







THE LIBRARY  
OF  
THE UNIVERSITY  
OF CALIFORNIA  
DAVIS











# CENTRALBLATT

für

## Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten

---

Zweite Abteilung. 48. Band



**Alle Rechte vorbehalten**  
**Printed in Germany**

# Centralblatt

# Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten

## Zweite Abteilung:

**Allgemeine, landwirtschaftlich-technologische Bakteriologie,  
Gärungsphysiologie,  
Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz**

**In Verbindung mit**

**Prof. Dr. Adametz in Wien, Geh. Reg.-Rat Dr. O. Appel, Biologische Anstalt zu Berlin-Dahlem, Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. J. Behrens, Direktor der biologischen Anstalt zu Berlin-Dahlem, Prof. Dr. M. W. Beijerinck in Delft, Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Delbrück in Berlin, Alb. Klöcker, extr. Vorsteher, Carlsberg-Laboratorium in Kopenhagen, Prof. Dr. Lindau in Berlin, Prof. Dr. Lindner in Berlin, Prof. Dr. Müller-Thurgau in Wädenswil, Prof. Dr. M. C. Potter, Durham College of Science, New-Castle-upon-Tyne, Prof. Dr. Samuel C. Prescott in Boston, Dr. Rommel in Berlin, Dr. Erwin F. Smith in Washington, D. C., U. S. A., Prof. Dr. Stutzer in Königsberg i. Pr., Prof. van Laer in Gand, Prof. Dr. C. Wehmer in Hannover, Prof. Dr. Weigmann in Kiel und Prof. Dr. Winogradsky in Petersburg**

**herausgegeben von**

Geh. Reg.-Rat  
Prof. Dr. Oscar Uhlworm      und      Prof. Dr. F. Löhnis  
in Berlin                                  in Washington D.C.

## 48. Band

**Mit 4 Tafeln und 65 Abbildungen im Text**



Jena  
Verlag von Gustav Fischer  
1918

Digitized by Google

UNIVERSITY OF CALIFORNIA  
LIBRARY  
COLLEGE OF AGRICULTURE

Original from  
UNIVERSITY OF CALIFORNIA





# Centralblatt für Bakt. etc. II. Abt. Bd. 48. No. 1/4.

Ausgegeben am 24. November 1917.

*Nachdruck verboten.*

## Weitere Beiträge zur Kenntnis der Mannitbakterien im Wein.

[Aus der Schweizerischen Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau in Wädenswil].

Von Prof. Dr. H. Müller-Thurgau und Dr. A. Osterwalder.

Mit 1 Tafel.

Wichtige Vorgänge beim Werden des Weines, wie der biologische Säureabbau, sowie nachteilige Veränderungen, deren Folgezustand man als Krankheiten bezeichnet, werden bekanntlich durch Bakterien verursacht. So groß die Bedeutung dieser Erscheinungen ist, so sind doch ihre Urheber verhältnismäßig wenig erforscht worden, was mit der Schwierigkeit, solche Organismen zu isolieren und zu identifizieren, zusammenhängen mag. Schon vor Jahren haben wir das Studium der Bakterienflora der Obst- und Traubenweine in Angriff genommen und dabei besonderes Gewicht darauf gelegt, die in Betracht kommenden Organismen in Reinkultur zu gewinnen und in ihrer Einwirkung, einzeln oder gemeinsam, auf eine Reihe chemischer Verbindungen, sowie auf verschieden beschaffene Obst- und Traubenweine zu erforschen. Auf diese Weise ist es gelungen, eine Reihe von Eigenschaften verschiedener für die Weine wichtiger Bakterien so genau festzustellen, daß man nun in der Lage ist, die Art dieser Bakterien, falls sie in einem Weine sich finden, stets wieder zu bestimmen und dementsprechend auch ihren Anteil an den Veränderungen im Weine zu erkennen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden dann in einer größeren Abhandlung: „Die Bakterien im Wein und Obstwein und die dadurch verursachten Veränderungen“<sup>1)</sup> zusammengefaßt.

Seitdem haben wir die Untersuchungen nach verschiedenen Richtungen hin fortgesetzt und dabei einige neue Bakterien kennen gelernt, die ebenfalls imstande sind, im Weine wichtige Veränderungen hervorzurufen. Einer dieser Organismen, der zu der Gruppe der Mannitbakterien gehört, soll im folgenden näher beschrieben werden:

In der oben erwähnten Arbeit wurden zu 2 Gruppen gehörige Bakterien geschildert, nämlich zwei *Micrococcus*- und zwei *Bacterium*-Arten. Letztere beiden können, da sie Lävulose unter reichlicher Mannitbildung umsetzen, als Mannitbakterien bezeichnet werden. Im übrigen erweisen sich diese beiden als sehr verschieden, sowohl hinsichtlich ihrer Größen- und Wachstumsverhältnisse, als auch in ihrem ernährungsphysiologischen Verhalten. Das eine, *Bacterium mannitopœum*, ist kräftig gebaut, besteht aus Kurzstäbchen oder mehr oder weniger septierten Fäden von 0,7–1,3  $\mu$  Dicke, während das andere, *Bacterium gracile*, zarte, nur 0,5  $\mu$  dicke Stäbchen und Fäden bildet.

Beide Bakterien treten häufig in Obstweinen auf und können hier nicht nur nach Abschluß der alkoholischen Gärung den Säureabbau verursachen,

<sup>1)</sup> Dieses Centralbl. Abt. II. Bd. 36. 1912. S. 129–338. Die Arbeit ist auch in Buchform bei G. Fischer in Jena 1913 erschienen.

sondern schon früher sich vermehren und dann Zucker unter Bildung von Milchsäure, Essigsäure und Mannit zersetzen und so den Milchsäurestich herbeiführen. In unseren Weißweinen tritt *Bacterium mannitopæum* wohl wegen des höheren Säuregehaltes seltener auf; dagegen ist das *Bacterium gracile*, selbst bei recht sauren Weinen, der regelmäßig auftretende Erreger des Säureabbaues. In unseren Rotweinen, die meist säureärmer sind, zeigt die Bakterienflora eine größere Mannigfaltigkeit und weist auch häufiger die dickeren Bakterienstäbchen auf. In den Truben von Obst- und Traubenweinen lassen sich oft unter den vorhandenen Stäbchenbakterien dickere und zartere Stäbchen und Fäden unterscheiden, so daß man leicht zu der Ansicht kommen könnte, es handle sich hier stets um die 2 obgenannten *Bacterium*-Arten, von denen bald die eine, bald die andere vorherrsche. Gewisse Beobachtungen bezüglich der Wirkung dieser Bakterien in den Weinen ließen uns jedoch vermuten, daß die dickeren, dem Aussehen nach zu *Bacterium mannitopæum* zu rechnenden Stäbchen im physiologischen Verhalten wesentlich von einander abweichen können. Wohl haben wir in der angeführten Arbeit schon mehrere Rassen des *Bacterium mannitopæum* unterschieden; allein es handelte sich hierbei um weniger starke Abweichungen, durch die die erwähnten Beobachtungen, die z. B. größere Schwankungen im Verhältnis der gebildeten Essigsäure und Milchsäure betreffen, nicht erklärt werden können.

### Vorversuche.

Von solchen Überlegungen ausgehend, hatten wir deshalb aus verschiedenen schweizerischen Rotweinen, die man kurz nach der Hauptgärung abgezogen und in deren im weiteren Verlauf sich bildenden Trub dickere Stäbchenbakterien sich fanden, solche reingezüchtet. Von diesen Bakterien unterzog man nun 3 einer genauen Untersuchung, und zwar zwei aus einem 1911er Klävner Rotwein vom Südabhang des Ottenberges bei Weinfelden (Kanton Thurgau) und eines aus einem 1911er Rotwein (Dôle) von Sitten (Kanton Wallis).

Um den Charakter dieser Bakterien zu erforschen, haben wir sie zunächst mit unserem früher eingehend untersuchten *Bacterium mannitopæum* (f) bezüglich ihres Verhaltens gegenüber einigen organischen Verbindungen (Zucker, verschiedene organische Säuren) verglichen. Dabei wurde wieder in ähnlicher Weise verfahren wie bei den früheren Untersuchungen, indem wir als Nährlösung einen wässerigen Auszug aus Preßhefe herstellten und diesem eine gewisse Menge einer Zuckerart bzw. organischen Säure zusetzten. Bei Herstellung des Hefeauszuges wurde ein kg Preßhefe in Leitungswasser aufgeschlemmt und aufgekocht, die abfiltrierte Flüssigkeit mit Leitungswasser auf 10 Liter verdünnt und, mit Ausnahme der Fälle, wo organische Säuren zur Anwendung kamen, mit 1<sup>o</sup>/<sub>∞</sub> Äpfelsäure schwach angesäuert. Der sorgfältig sterilisierte Hefeauszug wurde nach Zusatz der zu prüfenden Substanzen gewöhnlich zu 100 ccm in Fläschchen abgefüllt, nochmals sterilisiert und mit einer Reinkultur der betreffenden Bakterien geimpft. Die Fläschchen, mit einfachen Gärverschlüssen versehen, kamen in den Brutraum (bei 21—23°) zu stehen. Nach etwa 4 Wochen, oder bei langsamem Wachstum später, fand dann eine Untersuchung auf den Gehalt an Gesamtsäure, flüchtiger Säure und Milchsäure statt.

Die Ergebnisse dieser vorläufigen Untersuchung



finden sich in folgenden Tabellen (1—4) zusammengestellt. Die zu prüfenden Bakterien haben wir aus später darzulegenden Gründen als *Bacterium intermedium* bezeichnet und zwar die 2 aus dem Weinfelder Wein gewonnenen als *Bacterium intermedium* (Weinfelder 8) sowie *Bacterium intermedium* (Weinfelder 11) und das aus dem Wein von Sitten gezüchtete als *Bacterium intermedium* (Dôle 12).

Zunächst wurden 3 Zuckerarten (Hexosen) benutzt, um die erwähnten 3 *Bacterium intermedium* unter sich und mit dem *Bacterium mannitopectum* zu vergleichen.

Tabelle 1.

Hefeauszug	Gesamtsäure als Äpfelsäure	Flüchtige Säure als Essigsäure	Nichtflüchtige Säure als Äpfelsäure	Milchsäure
	g im l	g im l	g im l	g im l
+ ca. 2 % Dextrose, steril . . . . .	0,60	0,46	0,09	0,47
„ + <i>Bact. mannitopectum</i> (f) . . . . .	7,03	2,54	4,24	4,22
„ + <i>Bact. intermedium</i> (Weinf. 8) . . . . .	5,46	1,02	4,34	4,09
„ + „ „ (Weinf. 11) . . . . .	5,02	1,06	3,86	4,02
„ + „ „ (Dôle 12) . . . . .	4,22	0,98	3,14	3,63
+ ca. 1½ % Lävulose, steril . . . . .	0,73	0,49	0,19	0,68
„ + <i>Bact. mannitopectum</i> (f) . . . . .	4,58	2,78	1,52	3,03
„ + <i>Bact. intermedium</i> (Weinf. 8) . . . . .	4,79	2,46	2,09	3,20
„ + „ „ (Weinf. 11) . . . . .	4,82	2,57	2,00	2,83
„ + „ „ (Dôle 12) . . . . .	4,79	2,53	2,01	2,52
+ ca. 4 % Galaktose, steril . . . . .	0,60	0,48	0,08	0,45
„ + <i>Bact. mannitopectum</i> (f) . . . . .	4,99	2,44	2,31	4,48
„ + <i>Bact. intermedium</i> (Weinf. 8) . . . . .	4,48	0,78	3,63	4,18
„ + „ „ (Weinf. 11) . . . . .	4,62	0,80	3,74	4,14
„ + „ „ (Dôle 12) . . . . .	4,58	0,72	3,79	4,32

Alle 4 Bakterien entwickelten sich reichlich in der Dextrose-Lösung, zersetzten diese Zuckerart unter Bildung von Milchsäure und Essigsäure, wobei sich aber insofern eine große Verschiedenheit zeigte, als die 3 *Bacterium intermedium*, bei gleicher Produktion von Milchsäure, den Gehalt an Essigsäure nur um ca 0,5‰ erhöhten, während bei *Bacterium mannitopectum* eine Erhöhung um 2‰ eintrat. Die 3 *Bacterium intermedium* zeigten in dieser Beziehung unter sich volle Übereinstimmung. Die vermehrte Produktion von flüchtiger Säure durch *Bacterium mannitopectum* machte sich natürlich auch im Gehalt an Gesamtsäure bemerkbar.

Etwas anders gestaltete sich das Verhalten in dem Hefeauszug mit Lävulose. Auch hier stimmten die 3 *Bacterium intermedium* miteinander überein, aber auch bei *Bacterium mannitopectum* waren die gebildeten Mengen von flüchtiger Säure und Milchsäure die nämlichen, so daß man, hätte nur dieses Resultat vorgelegen, zu der Ansicht gekommen wäre, die 2 *Bacterium* Weinfelder und das *Bacterium Dôle* gehörten zu *Bacterium mannitopectum*.

Daß eine solche Zugehörigkeit aber nicht besteht, zeigt, übereinstimmend mit dem Verhalten in Dextrose, auch dasjenige in Galaktose. Auch aus dieser Zuckerart haben die 3 zu prüfenden Bakterien sowie das *Bacterium mannitopœum* gleich viel (ca. 4<sup>0</sup>/<sub>100</sub>) Milchsäure erzeugt. Dagegen ergab sich bei den 3 *Bacterium intermedium* bezüglich Bildung von flüchtiger Säure vollständige Übereinstimmung, indem sie nur etwa 0,3<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Essigsäure bildeten, während *Bacterium mannitopœum*, wie auf Grund unserer früheren Untersuchungen vorausgesehen werden konnte, aus Galaktose viel (nämlich ca 2<sup>0</sup>/<sub>100</sub>) Essigsäure abspaltete.

Bei den Versuchen mit Saccharose und Maltose wurden, um eine Inversion infolge der Erwärmung zu vermeiden, erst nach der Sterilisation, dem wieder abgekühlten Hefeauszug diese Zuckerarten zugesetzt und zwar in Form einer sterilisierten konzentrierten Lösung im Wasser.

Tabelle 2.

Hefeauszug	Gesamtsäure als Äpfelsäure	Flüchtige Säure als Essigsäure	Nichtflüchtige Säure als Äpfelsäure	Milchsäure
	g im l	g im l	g im l	g im l
+ ca. 5 % Saccharose, steril. . . . .	0,57	0,48	0,04	0,45
„ + Bact. mannitopœum (f) . . .	7,23	3,32	3,58	4,56
„ + Bact. intermedium (Weinf. 8) .	2,98	0,88	2,01	2,29
„ + „ „ (Weinf. 11) . . .	3,01	1,04	1,87	2,13
„ + „ „ (Dôle 12) . . .	2,94	0,91	1,94	2,61
+ ca. 4 % Maltose, steril. . . . .	0,57	0,48	0,04	0,45
„ + Bact. mannitopœum (f) . . .	6,19	2,25	3,72	5,53
„ + Bact. intermedium (Weinf. 8) .	3,48	0,79	2,61	2,94
„ + „ „ (Weinf. 11) . . .	3,51	0,80	2,63	3,01
„ + „ „ (Dôle 12) . . .	3,98	0,81	3,09	3,57

Auch hier zeigten die 3 *Bacterium intermedium* ein übereinstimmendes Verhalten. Sie vermochten die Saccharose nur in beschränktem Maße anzugreifen und erzeugten neben einer geringen Menge von Milchsäure noch verhältnismäßig weniger Essigsäure. Deutlich stellt sich aber ihre Verschiedenheit von *Bacterium mannitopœum* heraus, das hier, wie übrigens auch in früheren Fällen, den Rohrzucker stark angegriffen hat.

Ganz ähnlich ist auch das Verhalten im Hefeauszug mit Maltose.

Bei den nachfolgenden Versuchen mit Äpfelsäure, saurem äpfelsaurem Kalzium und Zitronensäure wurde von den beiden *Bacterium intermedium* Weinfeldern, da deren vollständige Identität angenommen werden konnte, nur noch Weinfeld 11 berücksichtigt.

Die beiden *Bacterium intermedium* zeigten wieder vollkommene Übereinstimmung, indem sie die Äpfelsäure abbauten, unter Bildung von Milchsäure und ohne Neubildung von Essigsäure. Sie verhalten sich in dieser Beziehung also wie das *Bacterium gracile* nach unseren früheren Feststellungen, mit dem sie übrigens auch noch in anderen Lebenserscheinungen übereinstimmen. Das *Bacterium mannitopœum* kam in diesem Hefeauszug gar nicht zur Geltung, unterscheidet sich

Tabelle 3.

Hefeauszug	Gesamtsäure als Äpfelsäure	Flüchtige Säure als Essigsäure	Nichtflüchtige Säure als Äpfelsäure	Milchsäure
	g im l	g im l	g im l	g im l
+ ca. 4,5 ‰ Äpfelsäure, steril . . . . .	4,58	0,67	3,84	0,58
„ + Bact. mannitopœum (f). . . . .	4,35	—	—	—
„ + Bact. intermedium (Weinf. 11). . . . .	2,57	0,69	1,81	2,43
„ + „ „ (Dôle 12) . . . . .	2,31	0,68	1,56	2,72
+ saures äpfelsaures Kalzium, steril . . . . .	2,91	0,67	2,17	0,58
„ + Bact. mannitopœum (f). . . . .	2,47	0,79	1,60	1,12
„ + Bact. intermedium (Weinf. 11) . . . . .	0,13	0,66	—	3,44
„ + „ „ (Dôle 12) . . . . .	0,20	0,70	—	3,35

also hierin wesentlich vom *Bacterium intermedium*. Das abweichende Verhalten ist jedoch nicht darauf zurückzuführen, daß es die Äpfelsäure nicht anzugreifen vermöchte; es war vielmehr der verhältnismäßig hohe Säuregrad seiner Entwicklung hinderlich.

In dem wenig sauren Hefeauszug mit saurem äpfelsaurem Kalzium vermochte das *Bacterium mannitopœum* sich zu entwickeln; allein die Verbindung wurde doch in weitaus geringerem Grade angegriffen als durch die beiden *Bacterium intermedium*, die auch hier wieder unter sich vollständige Übereinstimmung zeigten und ein Verhalten aufwiesen, das an *Bacterium gracile* erinnert.

Tabelle 4.

Hefeauszug	Gesamtsäure als Zitronensäure	Flüchtige Säure als Essigsäure	Nichtflüchtige Säure als Zitronensäure	Milchsäure
	g im l	g im l	g im l	g im l
+ 2,2 ‰ Zitronensäure, steril . . . . .	2,17	0,67	1,43	0,58
„ + Bact. mannitopœum (f). . . . .	0,84	1,10	—	0,96
„ + Bact. intermedium (Weinf. 11) . . . . .	2,20	—	—	—
„ + „ „ (Dôle 12) . . . . .	2,24	—	—	—
+ 4,7 ‰ Zitronensäure, steril . . . . .	4,69	0,67	3,95	0,58
„ + Bact. mannitopœum (f). . . . .	3,36	1,34	1,89	0,67
„ + Bact. intermedium (Weinf. 11) . . . . .	4,44	—	—	—
„ + „ „ (Dôle 12) . . . . .	4,41	—	—	—

Wie aus unseren früheren Feststellungen hervorgeht, vermag *Bacterium mannitopœum* Zitronensäure unter Bildung von Essigsäure zu zersetzen. Es zeigte auch in den beiden vorliegenden Versuchen diese Fähigkeit, die den beiden *Bacterium intermedium* vollständig abgeht.

Diese Voruntersuchung schien uns vollständig genügend, um die Identität der 3 reingezüchteten *Bacterium intermedium* darzutun. Wir

glauben daher, berechtigt zu sein, das neue Bakterium als eine neue Art aufzunehmen und, da es, wie schon aus dem bisherigen ersichtlich ist und im weiteren noch näher dargelegt wird, in gewissen Eigenschaften mit dem *Bacterium mannitopæum*, in anderen mit dem *Bacterium gracile* übereinstimmt, dafür den Namen *Bacterium intermedium* gewählt.

Seinen Eigenschaften nach, namentlich auch wegen seiner ausgeprägten Fähigkeit zur Mannitbildung, gehört es in die Gruppe der Mannitbakterien und ist dem *Bacterium mannitopæum* verwandt. In diese Gruppe gehört nun auch noch ein drittes, in ernährungsphysiologischer Hinsicht genauer studiertes *Bacterium*, nämlich das „ferment mannitique“ von Gayon und Dubourg, das aus einem algerischen Weißwein stammt und uns im Jahre 1911 in einer Reinkultur zur Verfügung gestellt wurde. Um die Stellung des neuen *Bacterium intermedium* zu diesen beiden genannten Mannitbakterien festzustellen, war eine eingehende vergleichende Untersuchung der 3 Organismen sowohl in morphologischer als auch in chemisch physiologischer Hinsicht durchaus erforderlich. Für das von Gayon und Dubourg studierte „ferment mannitique“ fehlte bisher eine systematische botanische Bezeichnung. Es geht nicht wohl an, dieses *Bacterium* unter der für die übrigen Bakterien ebensogut geltenden allgemeinen Bezeichnung Mannitbakterium aufzuführen; daher haben wir für dasselbe, unter Berücksichtigung der hervorragenden Verdienste von Prof. Gayon auf weinbakteriologischem Gebiet, die Bezeichnung *Bacterium Gayoni* gewählt.

Es werden also im Nachfolgenden folgende 3 Arten von Mannitbakterien miteinander verglichen:

1. Das *Bacterium mannitopæum*, Rasse f, dieselbe Rasse, auf die sich in der Hauptsache die Untersuchungen über *Bacterium mannitopæum* in unserer Arbeit: Die Bakterien im Wein und Obstwein usw. beziehen.

2. *Bacterium Gayoni*, über dessen chemische Umsetzungen schon Gayon und Dubourg nähere Erhebungen anstellten<sup>1)</sup>, und

3. Das *Bacterium intermedium*, und zwar von den 3 in der Voruntersuchung erwähnten Stämmen Weinfeld 8.

### A. Physiologisches Verhalten.

Es handelte sich darum, das Verhalten der 3 zu vergleichenden Bakterien gegenüber verschiedenen Zuckerarten, Säuren, organischen Salzen, sowie gegenüber Obst- und Traubensäften und Weinen systematisch festzustellen. Nun kennen wir zwar schon, auf Grund unserer früheren Untersuchung, das diesbezügliche Verhalten von *Bacterium mannitopæum*, und Gayon und Dubourg haben, wie erwähnt, in ähnlich gerichteten Versuchen ihr *Bacterium* ebenfalls charakterisiert. Allein um das neue *Bacterium intermedium* mit jenen richtig vergleichen zu können, war unbedingt geboten, die Umsetzungen bei allen dreien in den gleichen künstlichen Nährlösungen, Obstsaften oder Weinen vor sich gehen zu lassen, denn die Art dieser Einwirkung hängt zwar in erster Linie von dem betreffenden Organismus ab, jedoch in hervorragendem Maße auch von der Beschaffenheit des Mediums, in dem er lebt. Die von Gayon und

<sup>1)</sup> Ann. de l'Inst. Pasteur. T. 8. 1894. p. 108; T. 15. 1901. p. 526.



Dubourg sowie von uns früher benutzten Hefeauszüge usw., sowie die verwendeten Obst- und Traubensäfte und Weine können nicht immer wieder in gleicher Beschaffenheit hergestellt bzw. gewonnen werden. Daher wurden *Bacterium mannitopœum*, sowie *Bacterium Gayoni* nochmals mit dem *Bacterium intermedium* einer Untersuchung unterzogen, wobei sich neben den neu gewonnenen Vergleichspunkten wertvolle Bestätigungen der früheren Versuchsergebnisse ergaben.

Im übrigen sei bezüglich dieser Versuche, bei denen Herr H. Haller an der Versuchsanstalt in dankenswertester Weise mitwirkte, auf die auf S. 2 enthaltenen kurzen Angaben verwiesen.

### a) Verhalten in künstlichen Nährlösungen.

Zunächst wurden die durch die Bakterien in verschiedenen Hexosen verursachten Umsetzungen festgestellt. Die Ergebnisse finden sich in Tabelle 5:

Tabelle 5.

Hefeauszug	Gesamt- säure als Äpfelsäure g im l	Flüchtige Säure als Essigsäure g im l	Nichtflüchtige Säure als Äpfelsäure g im l	Milchsäure g im l	Alkohol bzw. Mannit g im l
+ ca. 4 % Dextrose, steril . . . . .	0,90	0,44	0,42	0,45	—
„ + Bact. mannitopœum . . . . .	8,84	4,58	3,81	5,66	3,25
„ + Bact. Gayoni . . . . .	7,53	3,76	3,39	5,53	1,95
„ + Bact. intermedium . . . . .	4,48	0,84	3,56	4,23	3,35
					Mannit:
+ Lävulose, steril (I) . . . . .	0,80	0,57	0,18	1,50	—
„ + Bact. mannitopœum . . . . .	7,50	4,34	2,73	5,08	14,02
„ + Bact. Gayoni . . . . .	7,93	4,65	2,82	4,90	17,28
„ + Bact. intermedium . . . . .	7,37	4,20	2,75	4,99	18,68
+ ca. 4 % Lävulose, steril (II) . . . . .	1,00	0,40	0,56	1,73	—
„ + Bact. mannitopœum . . . . .	9,07	4,94	3,64	7,82	—
„ + Bact. Gayoni . . . . .	9,78	5,38	3,86	7,42	—
„ + Bact. intermedium . . . . .	8,40	4,92	2,99	6,48	—
					Alkohol:
+ ca. 4 % Galaktose, steril . . . . .	0,93	0,43	0,46	0,39	—
„ + Bact. mannitopœum . . . . .	7,97	3,74	3,86	6,92	3,75
„ + Bact. Gayoni . . . . .	6,42	3,36	2,72	4,63	2,30
„ + Bact. intermedium . . . . .	4,28	1,05	3,13	5,58	3,60

Die Dextrose wurde von allen 3 Bakterien angegriffen und zwar von *Bacterium mannitopœum* und *Bacterium Gayoni* in übereinstimmender Weise, indem beide neben viel Milchsäure eine beträchtliche Menge Essigsäure erzeugten. Dagegen unterschied sich, in Übereinstimmung mit der Voruntersuchung (Tabelle 1), das *Bacterium intermedium* ganz wesentlich, indem in der Dextrose-Lösung, zwar ebenfalls viel Milchsäure, aber nur sehr wenig Essigsäure entstand. In dieser Beziehung stimmt es mit keinem der beiden anderen Mannitbakterien und auch nicht mit *Bacterium gracile* überein, und nur bei den von uns näher untersuchten *Micrococcus*-Arten konnte eine ähnliche Umsetzung der Dextrose festgestellt werden. Dieser erste Befund würde darauf

hinweisen, daß das *Bacterium Gayoni* dem *Bacterium mannitopœum* näher steht als das *Bacterium intermedium*, obgleich letzteres in morphologischer Hinsicht mit diesem größere Ähnlichkeit aufweist. Wie die beiden schon länger bekannten Mannitbakterien, bildet auch das neue *Bacterium intermedium* bei der Umsetzung von Dextrose Alkohol. Daß in der Lösung mit *Bacterium mannitopœum* deutlicher Mäuselgeschmack wahrzunehmen war, nicht aber in derjenigen mit *Bacterium intermedium*, wird wohl mit der geringeren Essigsäurebildung des letzteren zusammenhängen.

Auffallend erscheint nach dem Vorstehenden das Verhalten gegenüber der Lävulose, die von allen 3 Bakterien in gleicher Weise unter Bildung von viel Essigsäure und Milchsäure und einer noch größeren Menge Mannit umgesetzt wurde. Trotz verschiedener Artzugehörigkeit zeigten die 3 Bakterien gegenüber Lävulose vollständige Übereinstimmung. Bei der Beurteilung der erzeugten Milchsäuremengen ist zu berücksichtigen, daß der mit Lävulose versetzte Hefeauszug im sterilen Zustande, wie aus der Tabelle ersichtlich, schon einen ziemlich hohen Milchsäuregehalt aufwies, der von der Lävulose herrühren mußte, da die Milchsäurebestimmung in den Hefeauszügen mit den übrigen Zuckerarten nur etwa 0,4—5‰ ergab.

Obige Versuchsergebnisse verschaffen uns schon Aufklärung über ein bereits erwähntes, öfters zu beobachtendes Vorkommen beim Auftreten von dickeren Stäbchenbakterien in noch nicht ganz vergorenen Obst- und Traubenweinen, also beim Entstehen des Milchsäurestiches, bei dem im Verhältnis zur vorhandenen Milchsäuremenge bald mehr, bald weniger flüchtige Säure sich vorfindet. Gehört z. B. der wirksame Mikroorganismus zu *Bacterium mannitopœum*, dann wird sowohl aus Dextrose als auch aus Lävulose eine ziemliche Menge Essigsäure gebildet, also verhältnismäßig viel von letzterer sich finden. Anders, wenn das *Bacterium intermedium* tätig war, denn durch dieses wird aus einem Teil des Zuckers, nämlich der Dextrose, wohl Milchsäure, aber nur ganz wenig Essigsäure erzeugt. In einem durch dieses *Bacterium* milchsäurestichig gewordenen Weine wird daher im Verhältnis zur Milchsäure merklich weniger Essigsäure sein als im ersteren Falle.

Der Galaktose gegenüber verhielten sich die 3 Bakterien ähnlich wie gegenüber der Dextrose. Alle 3 bildeten beträchtliche Mengen von Milchsäure, aber nur *Bacterium mannitopœum* und *Bacterium Gayoni* auch noch viel flüchtige Säure. Von *Bacterium intermedium* wurde nur wenig Essigsäure erzeugt und auch diese möglicherweise nicht durch direkte Zersetzung der Galaktose, sondern infolge der sonstigen Lebensvorgänge der Bakterien.

Da bei diesen Versuchen vielleicht aus den Bestandteilen des Hefeauszuges selbst flüchtige Säure und Milchsäure erzeugt werden konnten und in

	Gesamtsäure als Äpfelsäure ‰	Flüchtige Säure als Essigsäure ‰	Milchsäure ‰
Hefeauszug ohne Zusatz, sterilisiert . . .	0,94	0,37	0,51
.. + <i>Bact. mannitopœum</i> . . .	0,77	0,60	0,74
.. + <i>Bact. Gayoni</i> . . .	0,97	0,48	0,58
.. + <i>Bact. intermedium</i> . . .	0,50	0,43	1,03

diesem Falle von den aus den zugesetzten Substanzen gebildeten Mengen abzuziehen wären, so wurde in einer Versuchsreihe der Hefeauszug ohne Zusatz mit den betreffenden Bakterien geimpft und nach einem gleichen Zeitraum chemisch untersucht.

Während in dem mit *Bacterium mannitopectum* und *Bacterium Gayoni* geimpften Hefeauszug so gut wie keine Veränderung eintrat, war bei demjenigen mit *Bacterium intermedium* eine schwache Zunahme des Milchsäuregehaltes zu beobachten, die, zusammen mit der kleinen Abnahme an Gesamtsäure, auf einen durch dieses *Bacterium* verursachten Abbau der dem Hefeauszug zugesetzten Äpfelsäure hinweist.

In zweiter Linie prüfte man die Bakterien auf ihr Verhalten gegenüber den Zuckerarten der Rohrzuckergruppe: Saccharose, Lactose, Maltose und Raffinose. Dabei wurden, um eine Spaltung in Hexosen bei der Sterilisation zu verhindern, diese Polysaccharide jeweils in wenig Wasser aufgelöst, kurz erhitzt und unter Beobachtung der erforderlichen Vorsichtsmaßregeln dem nach der Sterilisation wieder abgekühlten Hefeauszug zugefügt, so daß also die Bakterien darauf angewiesen waren, die betreffenden Polysaccharide direkt anzugreifen. Eine Prüfung der so hergestellten Versuchsflüssigkeiten auf ihr Reduktionsvermögen gegenüber Fehling'scher Lösung ergab dann auch vollständige Abwesenheit von direkt reduzierendem Zucker. Die Ergebnisse finden sich in Tabelle 6 zusammengestellt.

Tabelle 6.

Hefeauszug	Gesamtsäure als Äpfelsäure g im l	Flüchtige Säure als Essigsäure g im l	Nichtflüchtige Säure als Äpfelsäure g im l	Milchsäure g im l	Alkohol g im l
+ ca. 4 % Saccharose, steril . . . . .	0,87	0,42	0,41	0,40	0,25
„ + Bact. mannitopectum . . . . .	10,05	5,37	4,14	7,33	2,96
„ + Bact. Gayoni . . . . .	4,82	2,71	1,84	3,19	1,90
„ + Bact. intermedium . . . . .	5,15	1,40	3,61	5,19	2,35
+ ca. 4 % Lactose, steril . . . . .	0,83	0,45	0,34	0,49	—
„ + Bact. mannitopectum . . . . .	1,03	0,52	0,46	0,65	—
„ + Bact. Gayoni . . . . .	3,01	0,97	1,94	2,24	—
„ + Bact. intermedium . . . . .	3,38	0,63	2,69	3,00	—
+ ca. 4 % Maltose, steril . . . . .	0,90	0,38	0,49	0,47	—
„ + Bact. mannitopectum . . . . .	6,09	2,49	3,35	6,25	3,95
„ + Bact. Gayoni . . . . .	6,29	3,31	2,65	4,72	2,90
„ + Bact. intermedium . . . . .	4,89	1,08	3,71	6,20	3,45
+ ca. 1 % Raffinose, steril . . . . .	0,87	0,43	0,40	0,52	—
„ + Bact. mannitopectum . . . . .	3,35	1,58	1,61	2,09	—
„ + Bact. Gayoni . . . . .	3,61	1,48	1,98	2,07	—
„ + Bact. intermedium . . . . .	3,28	0,73	2,48	2,79	—

Bei der Saccharose tritt die starke Einwirkung des *Bacterium mannitopectum* besonders hervor. Dieselbe wird dadurch begreiflich,

daß dieses Bacterium, wie wir in der erwähnten Abhandlung nachgewiesen haben, ein Endoenzym bildet, durch das es die Saccharose in Dextrose und Lävulose zu zerlegen vermag, jeden der Bestandteile dann für sich vergärt und dabei aus der Lävulose Mannit bildet. Auch die diesmaligen Versuche bestätigen dies, indem der mit *Bacterium mannitopœum* geimpfte Hefeauszug reich an Mannit war. In dem mit *Bacterium Gayoni* geimpften Hefeauszug fand sich solches nicht vor. Dieses Bacterium vermag eben, nach den Untersuchungen von Gayon und Dubourg, dieses invertierende Endoenzym nicht zu bilden. Damit mag wohl auch die weniger kräftige Einwirkung auf die Saccharose zusammenhängen. Auch unser neues *Bacterium intermedium* scheint das erwähnte Endoenzym nicht zu bilden, denn in dem Hefeauszug, in dem es sich etwas später, aber ziemlich gut entwickelt hatte, fand sich ebenfalls kein Mannit, trotz einer ziemlich ausgiebigen Milchsäureerzeugung. Damit steht auch die verhältnismäßig geringe Bildung von flüchtiger Säure in Übereinstimmung; denn, wenn die Saccharose zuerst in die beiden Hexosen, Dextrose und Lävulose gespalten und diese in gleicher Weise angegriffen worden wären, so wäre aus dem umgesetzten Lävulose-Anteil eine weitaus größere Menge flüchtiger Säure entstanden. Das *Bacterium intermedium* unterscheidet sich in Bezug auf das Verhalten gegenüber der Saccharose also ganz wesentlich von dem *Bacterium mannitopœum*, weicht aber auch merklich von dem *Bacterium Gayoni* ab, indem es im Verhältnis zur Milchsäuremenge bedeutend weniger flüchtige Säure bildet.

Wie in der Dextrose, so entstand auch bei der Saccharose nur durch die Einwirkung des *Bacterium mannitopœum* der sog. Mäuselgeschmack, während er bei den mit den beiden anderen Bakterien geimpften Hefeauszügen vollständig fehlte.

In dem Hefeauszug mit Milchzucker entwickelte sich das *Bacterium mannitopœum* nicht. Es vermag, wie wir schon früher nachgewiesen haben, diese Zuckerart nicht anzugreifen, wohl aber ist dazu das *Bacterium Gayoni* fähig. Unser neues *Bacterium intermedium* verhält sich hier ähnlich wie das letztere, indem es die Lactose zersetzt; allein es unterscheidet sich von diesem dadurch, daß es dabei wenig oder keine flüchtige Säure bildet.

Die Maltose wurde von allen 3 Bakterien zersetzt und zwar von *Bacterium mannitopœum* und *Bacterium intermedium* sehr kräftig, von *Bacterium Gayoni* etwas weniger intensiv, insoweit man die Menge der gebildeten Milchsäure in Betracht zieht. Auch bei dieser Zuckerart hat *Bacterium intermedium* den Gehalt an flüchtiger Säure nur wenig vermehrt und es sei in dieser Beziehung auf die bei der Galaktose gemachten Ausführungen verwiesen. Am meisten flüchtige Säure bildete *Bacterium Gayoni*.

Ebenfalls stark wurde die Raffinose von den 3 Bakterien angegriffen; es fand bei allen eine erhebliche Milchsäurebildung statt, bei *Bacterium mannitopœum* und *Bacterium Gayoni* auch eine entsprechende Erhöhung des Gehaltes an Essigsäure, während das *Bacterium intermedium* nur geringe Mengen von letzterer Säure erzeugte und sich dadurch sowohl gegenüber dieser Zuckerart als auch fast allen anderen als wesentlich verschieden von ihnen erwies.

## Verhalten gegenüber Pentosen und Glucosiden.

Rhamnose oder Isodulzit wurde durch keines der 3 Bakterien angegriffen. Anders verhielt sich die l-Arabinose, wie aus Tabelle 7 ersichtlich ist. Sowohl diese Pentose als auch die Xylose wurde in ähnlicher Weise wie die Zuckerarten der Rohrzuckergruppe erst nach der Sterilisation des angesäuerten Hefeauszuges diesem zugefügt, um eine durch die Erwärmung etwa erfolgende Zersetzung zu vermeiden.

Tabelle 7.

Hefeauszug	Gesamtsäure als Äpfelsäure	Flüchtige Säure als Essigsäure	Nichtflüchtige Säure als Äpfelsäure	Milchsäure
	g im l	g im l	g im l	g im l
+ ca. 15‰ l-Arabinose, steril. . . . .	0,87	0,46	0,36	0,40
„ + Bact. mannitolpœum . . . . .	9,98	5,59	3,83	5,94
„ + Bact. Gayoni . . . . .	0,93	—	—	—
„ + Bact. intermedium . . . . .	0,93	—	—	—
+ 10‰ Xylose, steril . . . . .	0,90	0,39	0,47	0,42
„ + Bact. mannitolpœum . . . . .	7,40	4,08	2,91	4,58
„ + Bact. Gayoni . . . . .	7,57	3,96	3,22	4,63
„ + Bact. intermedium . . . . .	6,29	3,50	2,44	4,04

Wie wir schon früher (Die Bakterien im Wein und Obstwein usw., S. 172), nachgewiesen haben, wird die l-Arabinose von dem Bacterium mannitolpœum angegriffen, unter Bildung verhältnismäßig sehr großer Mengen flüchtiger Säure, dagegen nicht von Bacterium Gayoni. Der hier aufgeführte Versuch bestätigt diesen Befund vollkommen und beweist ferner, daß auch das Bacterium intermedium diese Pentose nicht zu zersetzen vermag. Es unterscheidet sich also, wie in vielen anderen Punkten, auch in dieser Beziehung von Bacterium mannitolpœum. Weder Bacterium Gayoni noch Bacterium intermedium entwickelten sich nachweisbar in der Nährlösung mit Arabinose und dementsprechend blieben auch Umsetzungen aus, wie der unveränderte Gehalt an Gesamtsäure erkennen läßt.

Die Xylose, die als eine der Arabinose verwandte Verbindung betrachtet wird, zeigt gegenüber den 3 Bakterien ein anderes Verhalten als diese. Sie wird nämlich von allen dreien kräftig angegriffen, unter Bildung von Milchsäure und verhältnismäßig viel Essigsäure. Auffallenderweise wird aus dieser Pentose auch durch Bacterium intermedium viel Essigsäure abgespalten. Nur bei der Lävulose konnte man ein ähnliches übereinstimmendes Verhalten der 3 zu vergleichenden Bakterien hinsichtlich Bildung von Milchsäure und Essigsäure feststellen.

Von weiteren chemischen Verbindungen wurden noch 2 Glucoside,  $\alpha$ -Methylglucosid und Amygdalin, sowie Glycerin zu den vergleichenden Versuchen herangezogen, wobei erstere wiederum erst nach der Sterilisation des Hefeauszuges zugefügt wurden.

Tabelle 8.

Hefeauszug	Gesamtsäure als Äpfelsäure	Flüchtige Säure als Essigsäure	Nichtflüchtige Säure als Äpfelsäure	Milchsäure
	g im l	g im l	g im l	g im l
+ 2% $\alpha$ -Methylglucosid, steril . . . . .	0,87	0,40	0,43	0,44
„ + Bact. mannitopœum . . . . .	5,96	3,02	2,64	4,45
„ + Bact. Gayoni . . . . .	5,49	3,36	1,79	2,78
„ + Bact. intermedium . . . . .	3,81	0,76	2,97	3,30
+ 1% Glycerin, steril . . . . .	1,00	0,60	0,34	0,54
„ + Bact. mannitopœum . . . . .	0,87	—	—	—
„ + Bact. Gayoni . . . . .	0,97	—	—	—
„ + Bact. intermedium . . . . .	0,50	0,58	—	1,26

$\alpha$ -Methylglucosid konnte von allen 3 Bakterien angegriffen werden. Dabei spalteten *Bacterium mannitopœum* und *Bacterium Gayoni* neben Milchsäure beträchtliche Mengen von Essigsäure ab, während das *Bacterium intermedium* nur Spuren von solcher (0,3‰) bildete, wahrscheinlich nicht direkt aus dem Methylglucosid. Das abweichende Verhalten des *Bacterium intermedium* kann nicht auffällig erscheinen, da von dem Glucosid die Glucose (Dextrose) umgesetzt wird, bei deren Zersetzung durch *Bacterium intermedium*, wie aus Tabelle 5 hervorgeht, nur geringe Mengen Essigsäure entstehen.

Am ygdalin konnte keines der 3 Bakterien in nachweisbarer Menge zersetzen.

Auch dem Hefeauszug zugesetztes Glycerin wurde von ihnen nicht angegriffen. *Bacterium intermedium* vermochte allerdings Umsetzungen zu verursachen, den Gesamtsäuregehalt herabzusetzen und eine geringe Menge Milchsäure zu bilden; allein eine Zersetzung von Glycerin fand nicht statt, sondern nur ein Abbau von dem Hefeauszug zugesetzter Äpfelsäure.

#### Verhalten gegenüber organischen Säuren und deren Verbindungen.

In erster Linie wurde die Äpfelsäure und einige ihrer Verbindungen herangezogen (Tabelle 9).

Den Versuch führte man mit 3 verschieden starken Zusätzen von Äpfelsäure zum Hefeauszug durch, nämlich mit 2‰, 4‰ und 6,2‰. Da die Bakterien bei letzterem Zusatz nicht mehr zu wachsen vermochten, wurden in der Tabelle nur die bei 2 und 4‰ gefundenen Resultate aufgeführt. Von den 3 Bakterien setzte bei beiden Zusätzen *Bacterium intermedium* am meisten Äpfelsäure um. Dabei wurde Milchsäure, aber keine Essigsäure erzeugt; es war also ein reiner Säureabbau. *Bacterium mannitopœum* erwies sich weitaus weniger energisch, vermochte aber immerhin etwas Äpfelsäure zu zersetzen, was schon aus der Abnahme an Gesamtsäure und der, allerdings kleinen, Zunahme von Milchsäure hervorgeht. Auch von diesem *Bacterium* wurde dabei keine flüchtige Säure gebildet. Schon früher haben wir auf die geringe Fähigkeit des *Bacterium*



Tabelle 9.

Hefeauszug	Gesamt- säure als Äpfelsäure	Flüchtige Säure als Essigsäure	Nichtflüchtige Säure als Äpfelsäure	Milch- säure
	g im l	g im l	g im l	g im l
+ 2‰ Äpfelsäure, steril . . . . .	2,31	0,49	1,77	0,45
„ + Bact. mannitopœum . . . . .	1,67	0,64	0,97	0,94
„ + Bact. Gayoni . . . . .	2,31	0,45	1,82	0,81
„ + Bact. intermedium . . . . .	1,23	0,48	0,70	1,59
+ 4‰ Äpfelsäure, steril . . . . .	4,28	0,49	3,74	0,45
„ + Bact. mannitopœum . . . . .	3,55	0,54	2,96	0,95
„ + Bact. Gayoni . . . . .	3,95	0,52	3,38	0,58
„ + Bact. intermedium . . . . .	2,17	0,45	1,68	2,74
+ 10‰ äpfels. Kalium, steril . . . . .	0,70	0,43	0,23	0,58
„ + Bact. mannitopœum . . . . .	0,53	0,51	—	1,01
„ + Bact. Gayoni . . . . .	0,70	—	—	—
„ + Bact. intermedium . . . . .	— <sup>1)</sup>	0,48	—	2,61
+ 10‰ äpfels. Ammon., steril . . . . .	2,01	— <sup>2)</sup>	—	0,55
„ + Bact. mannitopœum . . . . .	1,20	— <sup>2)</sup>	—	0,64
„ + Bact. Gayoni . . . . .	2,07	—	—	—
„ + Bact. intermedium . . . . .	— <sup>4)</sup>	— <sup>4)</sup>	—	0,83
+ 10‰ saur. äpfels. Calcium, steril . . . . .	4,28	0,64	3,58	0,66
„ + Bact. mannitopœum . . . . .	2,27	0,72	1,48	2,99
„ + Bact. Gayoni . . . . .	4,05	0,66	3,32	0,94
„ + Bact. intermedium . . . . .	0,97	0,69	0,21	4,56
+ 10‰ äpfels. Äthyl, steril . . . . .	2,81	0,55	2,21	1,91 <sup>5)</sup>
„ + Bact. mannitopœum . . . . .	2,47	0,60	1,81	2,36
„ + Bact. Gayoni . . . . .	2,78	—	—	—
„ + Bact. intermedium . . . . .	2,21	0,51	1,65	3,06
ohne Zusatz, steril . . . . .	0,97	0,42	0,31	0,54
„ + Bact. mannitopœum . . . . .	0,67	0,60	0,01	0,96
„ + Bact. Gayoni . . . . .	0,94	—	—	—
„ + Bact. intermedium . . . . .	0,43	0,54	—	1,10

mannitopœum, die Äpfelsäure abzubauen, namentlich im Verhältnis zu *Bacterium gracile* und den säureabbauenden *Micrococcus*-Arten, hingewiesen. Auch bei den vorliegenden Versuchen tritt diese schwache Wirksamkeit des *Bacteriums* deutlich hervor. Daß es aber bei sehr langem Verweilen in einer äpfelsäurehaltigen Flüssigkeit doch noch beträchtliche Mengen von Äpfelsäure abzubauen vermag, zeigt einer unserer früheren Versuche, bei welchem es in einem 4,69‰ Äpfelsäure enthaltenden Hefeauszug im Laufe von 9 Monaten 2,7‰ Milchsäure bildete. Das *Bacte-*

<sup>1)</sup> 10 ccm bedurften zur Neutralisation 0,8 ccm 1/10 Normalschwefelsäure, bei <sup>4)</sup> 1,0 ccm.

<sup>2)</sup> Das Destillat von 50 ccm Kulturflüssigkeit reagierte alkalisch und bedurfte zur Neutralisation 2,2 ccm 1/10 Normalschwefelsäure, bei <sup>3)</sup> 0,95 ccm, bei <sup>5)</sup> 7,45 ccm.

<sup>6)</sup> Diese Versuchsflüssigkeit ergab schon anfänglich einen ziemlich hohen Milchsäuregehalt, vom äpfelsauren Äthyl herrührend.

Tabelle 8.

Hefeauszug	Gesamtsäure als Äpfelsäure	Flüchtige Säure als Essigsäure	Nichtflüchtige Säure als Äpfelsäure	Milchsäure
	g im l	g im l	g im l	g im l
+ 2 % $\alpha$ -Methylglucosid, steril . . . . .	0,87	0,40	0,43	0,44
„ + Bact. mannitopœum . . . . .	5,96	3,02	2,64	4,45
„ + Bact. Gayoni . . . . .	5,49	3,36	1,79	2,78
„ + Bact. intermedium . . . . .	3,81	0,76	2,97	3,30
+ 1 % Glyzerin, steril . . . . .	1,00	0,60	0,34	0,54
„ + Bact. mannitopœum . . . . .	0,87	—	—	—
„ + Bact. Gayoni . . . . .	0,97	—	—	—
„ + Bact. intermedium . . . . .	0,50	0,58	—	1,26

$\alpha$ -Methylglucosid konnte von allen 3 Bakterien angegriffen werden. Dabei spalteten *Bacterium mannitopœum* und *Bacterium Gayoni* neben Milchsäure beträchtliche Mengen von Essigsäure ab, während das *Bacterium intermedium* nur Spuren von solcher (0,3°/∞) bildete, wahrscheinlich nicht direkt aus dem Methylglucosid. Das abweichende Verhalten des *Bacterium intermedium* kann nicht auffällig erscheinen, da von dem Glucosid die Glucose (Dextrose) umgesetzt wird, bei deren Zersetzung durch *Bacterium intermedium*, wie aus Tabelle 5 hervorgeht, nur geringe Mengen Essigsäure entstehen.

Am ygdalin konnte keines der 3 Bakterien in nachweisbarer Menge zersetzen.

Auch dem Hefeauszug zugesetztes Glyzerin wurde von ihnen nicht angegriffen. *Bacterium intermedium* vermochte allerdings Umsetzungen zu verursachen, den Gesamtsäuregehalt herabzusetzen und eine geringe Menge Milchsäure zu bilden; allein eine Zersetzung von Glyzerin fand nicht statt, sondern nur ein Abbau von dem Hefeauszug zugesetzter Äpfelsäure.

#### Verhalten gegenüber organischen Säuren und deren Verbindungen.

In erster Linie wurde die Äpfelsäure und einige ihrer Verbindungen herangezogen (Tabelle 9).

Den Versuch führte man mit 3 verschiedenen starken Zusätzen von Äpfelsäure zum Hefeauszug durch, nämlich mit 2°/∞, 4°/∞ und 6,2°/∞. Da die Bakterien bei letzterem Zusatz nicht mehr zu wachsen vermochten, wurden in der Tabelle nur die bei 2 und 4°/∞ gefundenen Resultate aufgeführt. Von den 3 Bakterien setzte bei beiden Zusätzen *Bacterium intermedium* am meisten Äpfelsäure um. Dabei wurde Milchsäure, aber keine Essigsäure erzeugt; es war also ein reiner Säureabbau. *Bacterium mannitopœum* erwies sich weitaus weniger energisch, vermochte aber immerhin etwas Äpfelsäure zu zersetzen, was schon aus der Abnahme an Gesamtsäure und der, allerdings kleinen, Zunahme von Milchsäure hervorgeht. Auch von diesem *Bacterium* wurde dabei keine flüchtige Säure gebildet. Schon früher haben wir auf die geringe Fähigkeit des *Bacterium*

Tabelle 9.

Hefeauszug	Gesamtsäure als Äpfelsäure	Flüchtige Säure als Essigsäure	Nichtflüchtige Säure als Äpfelsäure	Milchsäure
	g im l	g im l	g im l	g im l
+ 2‰ Äpfelsäure, steril . . . . .	2,31	0,49	1,77	0,45
„ + Bact. mannitopœum . . . . .	1,67	0,64	0,97	0,94
„ + Bact. Gayoni . . . . .	2,31	0,45	1,82	0,81
„ + Bact. intermedium . . . . .	1,23	0,48	0,70	1,59
+ 4‰ Äpfelsäure, steril . . . . .	4,28	0,49	3,74	0,45
„ + Bact. mannitopœum . . . . .	3,55	0,54	2,96	0,95
„ + Bact. Gayoni . . . . .	3,95	0,52	3,38	0,58
„ + Bact. intermedium . . . . .	2,17	0,45	1,68	2,74
+ 10‰ äpfels. Kalium, steril . . . . .	0,70	0,43	0,23	0,58
„ + Bact. mannitopœum . . . . .	0,53	0,51	—	1,01
„ + Bact. Gayoni . . . . .	0,70	—	—	—
„ + Bact. intermedium . . . . .	— <sup>1)</sup>	0,48	—	2,61
+ 10‰ äpfels. Ammon., steril . . . . .	2,01	— <sup>2)</sup>	—	0,55
„ + Bact. mannitopœum . . . . .	1,20	— <sup>2)</sup>	—	0,64
„ + Bact. Gayoni . . . . .	2,07	—	—	—
„ + Bact. intermedium . . . . .	— <sup>4)</sup>	— <sup>5)</sup>	—	0,83
+ 10‰ saur. äpfels. Calcium, steril . . . . .	4,28	0,64	3,58	0,66
„ + Bact. mannitopœum . . . . .	2,27	0,72	1,48	2,99
„ + Bact. Gayoni . . . . .	4,05	0,66	3,32	0,94
„ + Bact. intermedium . . . . .	0,97	0,69	0,21	4,56
+ 10‰ äpfels. Äthyl, steril . . . . .	2,81	0,55	2,21	1,91 <sup>6)</sup>
„ + Bact. mannitopœum . . . . .	2,47	0,60	1,81	2,36
„ + Bact. Gayoni . . . . .	2,78	—	—	—
„ + Bact. intermedium . . . . .	2,21	0,51	1,65	3,06
ohne Zusatz, steril . . . . .	0,97	0,42	0,31	0,54
„ + Bact. mannitopœum . . . . .	0,67	0,60	0,01	0,96
„ + Bact. Gayoni . . . . .	0,94	—	—	—
„ + Bact. intermedium . . . . .	0,43	0,54	—	1,10

mannitopœum, die Äpfelsäure abzubauen, namentlich im Verhältnis zu *Bacterium gracile* und den säureabbauenden *Micrococcus*-Arten, hingewiesen. Auch bei den vorliegenden Versuchen tritt diese schwache Wirksamkeit des *Bacteriums* deutlich hervor. Daß es aber bei sehr langem Verweilen in einer äpfelsäurehaltigen Flüssigkeit doch noch beträchtliche Mengen von Äpfelsäure abzubauen vermag, zeigt einer unserer früheren Versuche, bei welchem es in einem 4,69‰ Äpfelsäure enthaltenden Hefeauszug im Laufe von 9 Monaten 2,7‰ Milchsäure bildete. Das *Bacte-*

<sup>1)</sup> 10 ccm bedurften zur Neutralisation 0,8 ccm 1/10 Normalschwefelsäure, bei <sup>4)</sup> 1,0 ccm.

<sup>2)</sup> Das Destillat von 50 ccm Kulturflüssigkeit reagierte alkalisch und bedurfte zur Neutralisation 2,2 ccm 1/10 Normalschwefelsäure, bei <sup>3)</sup> 0,95 ccm, bei <sup>5)</sup> 7,45 ccm.

<sup>6)</sup> Diese Versuchsflüssigkeit ergab schon anfänglich einen ziemlich hohen Milchsäuregehalt, vom äpfelsauren Äthyl herrührend.

rium Gayoni vermag, wie schon Gayon und Dubourg nachwiesen und wie auch aus Tabelle 9 hervorgeht, Äpfelsäure gar nicht anzugreifen.

Von den verwendeten äpfelsauren Salzen eignet sich das saure äpfelsaure Kalzium offenbar am besten für die Bakterien; sie vermehren sich darin am raschesten und es wird am lebhaftesten zersetzt. Auch hier erwies sich übrigens das Bacterium intermedium als am wirksamsten. Es wurde wiederum die Äpfelsäure unter Bildung von viel Milchsäure, aber ohne Essigsäurebildung abgebaut. Auch das Bacterium mannitopœum kam, wenn auch in geringerem Grade, zur Geltung, während Bacterium Gayoni hier ebenfalls ohne Einwirkung auf die Äpfelsäure blieb.

Bei dem Versuche mit äpfelsaurem Ammonium lassen sich nur die Angaben über die Gesamtsäure verwenden, da die Bestimmungen der Essigsäure und Milchsäure durch das frei werdende Ammoniak zu sehr beeinflußt wurden. Es läßt sich aber erkennen, daß Bacterium Gayoni den Gehalt an Gesamtsäure nicht herabsetzte, also auch hier die Äpfelsäure nicht angriff. Bacterium mannitopœum vermochte etwas Äpfelsäure abzubauen und Bacterium intermedium vollzog diesen Säureabbau so energisch, daß der Hefeauszug alkalisch reagierte.

Ähnlich verhielt es sich mit dem Hefeauszug mit 10‰ äpfelsaurem Kalium und dem äpfelsauren Äthyl.

In dem Hefeauszug mit Weinsäure blieb diese, wenn auch nur 2‰ zugesetzt wurden, unverändert. Keines der Bakterien vermochte sie, selbst bei einem 8 Monate dauernden Versuch, anzugreifen, was wir bezüglich des Bacterium mannitopœum auch schon früher nachgewiesen haben.

In gleicher Weise verhielten sich die 3 Bakterien gegenüber der Bernsteinsäure, die sie ebenfalls nicht zu zersetzen vermögen.

Tabelle 10.

Hefeauszug	Gesamtsäure als Zitronensäure g im l	Flüchtige Säure als Essigsäure g im l	Nichtflüchtige Säure als Zitronensäure g im l	Milchsäure g im l
+ 2‰ Zitronensäure, steril . . . . .	2,24	0,50	1,69	0,51
„ + Bact. mannitopœum . . . . .	1,22	1,69	—	1,12
„ + Bact. Gayoni . . . . .	2,20	—	—	—
„ + Bact. intermedium . . . . .	2,17	—	—	—
+ 4‰ Zitronensäure, steril . . . . .	4,37	0,43	3,90	0,51
„ + Bact. mannitopœum . . . . .	2,03	1,04	0,89	1,17
„ + Bact. Gayoni . . . . .	4,20	—	—	—
„ + Bact. intermedium . . . . .	4,16	—	—	—

Zitronensäure dagegen wird vom Bacterium mannitopœum zersetzt, unter Bildung von flüchtiger Säure und wenig Milchsäure. Bacterium Gayoni und unser neues Bacterium intermedium vermögen dagegen die Zitronensäure nicht anzugreifen, wie aus dem unveränderten Gesamtsäuregehalt zu schließen ist.



## b) Verhalten der drei Bakterien in einigen Obst- und Traubensäften.

Als Obstsaft benutzten wir einen sterilisierten Saft aus gut ausgereiften Schweizer Wasserbirnen, in dem nach unseren Erfahrungen unsere Bakterien gut zu wachsen vermögen. In Tabelle 11 findet sich in erster Linie die ursprüngliche Zusammensetzung dieses milden Obstsaftes angeführt, während aus den nachfolgenden Angaben die Einwirkung der Bakterien während einer Zeitdauer von ca. 10 Wochen zu ersehen ist. Die übrigen Bedingungen waren die gleichen wie bei den Versuchen mit den verschiedenen Lösungen der Zuckerarten und Säuren. Die vorgängige Vermehrung der rein-gezüchteten Bakterien fand, wie gewohnt, in einem Wasserbirnsaft statt.

Tabelle 11.

Wasserbirnsaft	Gesamtsäure als Äpfelsäure	Flüchtige Säure als Essigsäure	Nichtflüchtige Säure als Äpfelsäure	Milchsäure	Gesamtzucker als Invertzucker	Mannit	Extrakt
	g im l	g im l	g im l	g im l	g im l	g im l	g im l
steril . . . . .	2,81	0,42	2,35	0,56	93,2	—	119,4
+ Bact. mannitolpœum . . . . .	10,51	6,14	3,76	6,20	47,0	27,60	106,5
+ Bact. Gayoni . . . . .	8,84	3,79	4,70	5,22	60,8	14,44	112,5
+ Bact. intermedium . . . . .	5,56	2,24	3,10	3,71	70,6	4,96	114,9

Alle 3 Bakterien verursachten in diesem Wasserbirnsaft, neben einem Säureabbau, jene Veränderungen, wie wir sie vom Milchsäurestich der Obstweine her kennen, darin bestehend, daß Zucker unter Bildung von Mannit, Milchsäure, Essigsäure und Kohlensäure, zersetzt wird. Man könnte also diese Bakterien mit gleichem Recht, wie sie als Mannitbakterien benannt werden, auch als Bakterien des Milchsäurestiches bezeichnen. Am kräftigsten wirkte das *Bacterium mannitolpœum*, das neben ca. 6<sup>o</sup>/<sub>100</sub> Milchsäure ebenso viel Essigsäure erzeugte. Etwas weniger intensiv war die Wirkung des *Bacterium Gayoni* und noch geringer diejenige des *Bacterium intermedium*. Vergleicht man die Mengen der von den 3 Bakterien gebildeten Essigsäure mit den Milchsäuregehalten, so erkennt man, daß *Bacterium mannitolpœum* verhältnismäßig am meisten und *Bacterium intermedium* am wenigsten flüchtige Säure erzeugte. Auf je 100 Teile entstandener Milchsäure kommen nämlich an Essigsäure bei *Bacterium mannitolpœum* = 100, bei *Bacterium Gayoni* 73 und bei *Bacterium intermedium* 57 Teile. Daß das *Bacterium intermedium* verhältnismäßig am wenigsten Essigsäure erzeugte, ist erklärlich, da es bei der Zersetzung der Dextrose nur wenig solcher bildet. Die nicht unerheblichen Essig- und Mannitmengen weisen darauf hin, daß dieses *Bacterium* die Lävulose des Obstsaftes doch noch ziemlich stark angegriffen hat.

Wie durch einen geringen Mehrgehalt an Äpfelsäure das Verhältnis der durch die 3 Bakterien verursachten Umsetzungen geändert werden kann, ergibt sich aus einem weiteren Versuch, den wir mit einem etwas anders beschaffenen Wasserbirnsaft durchführten. In Tabelle 12 ist zuerst das Verhalten der Bakterien in dem ursprünglichen Saft dargestellt und sodann dasjenige in diesem Saft, wenn ihm ca. 2½<sup>o</sup>/<sub>100</sub> Äpfelsäure zugesetzt wurden.

rium Gayoni vermag, wie schon Gayon und Dubourg nachwiesen und wie auch aus Tabelle 9 hervorgeht, Äpfelsäure gar nicht anzugreifen.

Von den verwendeten äpfelsauren Salzen eignet sich das saure äpfelsaure Kalzium offenbar am besten für die Bakterien; sie vermehren sich darin am raschesten und es wird am lebhaftesten zersetzt. Auch hier erwies sich übrigens das Bacterium intermedium als am wirksamsten. Es wurde wiederum die Äpfelsäure unter Bildung von viel Milchsäure, aber ohne Essigsäurebildung abgebaut. Auch das Bacterium mannitopœum kam, wenn auch in geringerem Grade, zur Geltung, während Bacterium Gayoni hier ebenfalls ohne Einwirkung auf die Äpfelsäure blieb.

Bei dem Versuche mit äpfelsaurem Ammonium lassen sich nur die Angaben über die Gesamtsäure verwenden, da die Bestimmungen der Essigsäure und Milchsäure durch das frei werdende Ammoniak zu sehr beeinflußt wurden. Es läßt sich aber erkennen, daß Bacterium Gayoni den Gehalt an Gesamtsäure nicht herabsetzte, also auch hier die Äpfelsäure nicht angriff. Bacterium mannitopœum vermochte etwas Äpfelsäure abzubauen und Bacterium intermedium vollzog diesen Säureabbau so energisch, daß der Hefeauszug alkalisch reagierte.

Ähnlich verhielt es sich mit dem Hefeauszug mit 10<sup>0</sup>/∞ äpfelsaurem Kalium und dem äpfelsauren Äthyl.

In dem Hefeauszug mit Weinsäure blieb diese, wenn auch nur 2<sup>0</sup>/∞ zugesetzt wurden, unverändert. Keines der Bakterien vermochte sie, selbst bei einem 8 Monate dauernden Versuch, anzugreifen, was wir bezüglich des Bacterium mannitopœum auch schon früher nachgewiesen haben.

In gleicher Weise verhielten sich die 3 Bakterien gegenüber der Bernsteinsäure, die sie ebenfalls nicht zu zersetzen vermögen.

Tabelle 10.

Hefeauszug	Gesamtsäure als Zitronensäure g im l	Flüchtige Säure als Essigsäure g im l	Nichtflüchtige Säure als Zitronensäure g im l	Milchsäure g im l
+ 2 <sup>0</sup> /∞ Zitronensäure, steril . . . . .	2,24	0,50	1,69	0,51
„ + Bact. mannitopœum . . . . .	1,22	1,69	—	1,12
„ + Bact. Gayoni . . . . .	2,20	—	—	—
„ + Bact. intermedium . . . . .	2,17	—	—	—
+ 4 <sup>0</sup> /∞ Zitronensäure, steril . . . . .	4,37	0,43	3,90	0,51
„ + Bact. mannitopœum . . . . .	2,03	1,04	0,89	1,17
„ + Bact. Gayoni . . . . .	4,20	—	—	—
„ + Bact. intermedium . . . . .	4,16	—	—	—

Zitronensäure dagegen wird vom Bacterium mannitopœum zersetzt, unter Bildung von flüchtiger Säure und wenig Milchsäure. Bacterium Gayoni und unser neues Bacterium intermedium vermögen dagegen die Zitronensäure nicht anzugreifen, wie aus dem unveränderten Gesamtsäuregehalt zu schließen ist.

## b) Verhalten der drei Bakterien in einigen Obst- und Traubensäften.

Als Obstsaft benutzten wir einen sterilisierten Saft aus gut ausgereiften Schweizer Wasserbirnen, in dem nach unseren Erfahrungen unsere Bakterien gut zu wachsen vermögen. In Tabelle 11 findet sich in erster Linie die ursprüngliche Zusammensetzung dieses milden Obstsaftes angeführt, während aus den nachfolgenden Angaben die Einwirkung der Bakterien während einer Zeitdauer von ca. 10 Wochen zu ersehen ist. Die übrigen Bedingungen waren die gleichen wie bei den Versuchen mit den verschiedenen Lösungen der Zuckerarten und Säuren. Die vorgängige Vermehrung der rein-gezüchteten Bakterien fand, wie gewohnt, in einem Wasserbirnsaft statt.

Tabelle 11.

Wasserbirnsaft	Gesamtsäure als Äpfelsäure	Flüchtige Säure als Essigsäure	Nichtflüchtige Säure als Äpfelsäure	Milchsäure	Gesamtzucker als Invertzucker	Mannit	Extrakt
	g im l	g im l	g im l	g im l	g im l	g im l	g im l
steril . . . . .	2,81	0,42	2,35	0,56	93,2	—	119,4
+ <i>Bact. mannitopœum</i> . . . . .	10,51	6,14	3,76	6,20	47,0	27,60	106,5
+ <i>Bact. Gayoni</i> . . . . .	8,84	3,79	4,70	5,22	60,8	14,44	112,5
+ <i>Bact. intermedium</i> . . . . .	5,56	2,24	3,10	3,71	70,6	4,96	114,9

Alle 3 Bakterien verursachten in diesem Wasserbirnsaft, neben einem Säureabbau, jene Veränderungen, wie wir sie vom Milchsäurestich der Obstweine her kennen, darin bestehend, daß Zucker unter Bildung von Mannit, Milchsäure, Essigsäure und Kohlensäure, zersetzt wird. Man könnte also diese Bakterien mit gleichem Recht, wie sie als Mannitbakterien benannt werden, auch als Bakterien des Milchsäurestiches bezeichnen. Am kräftigsten wirkte das *Bacterium mannitopœum*, das neben ca. 6‰ Milchsäure ebenso viel Essigsäure erzeugte. Etwas weniger intensiv war die Wirkung des *Bacterium Gayoni* und noch geringer diejenige des *Bacterium intermedium*. Vergleicht man die Mengen der von den 3 Bakterien gebildeten Essigsäure mit den Milchsäuregehalten, so erkennt man, daß *Bacterium mannitopœum* verhältnismäßig am meisten und *Bacterium intermedium* am wenigsten flüchtige Säure erzeugte. Auf je 100 Teile entstandener Milchsäure kommen nämlich an Essigsäure bei *Bacterium mannitopœum* = 100, bei *Bacterium Gayoni* 73 und bei *Bacterium intermedium* 57 Teile. Daß das *Bacterium intermedium* verhältnismäßig am wenigsten Essigsäure erzeugte, ist erklärlich, da es bei der Zersetzung der Dextrose nur wenig solcher bildet. Die nicht unerheblichen Essig- und Mannitmengen weisen darauf hin, daß dieses *Bacterium* die Lävulose des Obstsaftes doch noch ziemlich stark angegriffen hat.

Wie durch einen geringen Mehrgehalt an Äpfelsäure das Verhältnis der durch die 3 Bakterien verursachten Umsetzungen geändert werden kann, ergibt sich aus einem weiteren Versuch, den wir mit einem etwas anders beschaffenen Wasserbirnsaft durchführten. In Tabelle 12 ist zuerst das Verhalten der Bakterien in dem ursprünglichen Saft dargestellt und sodann dasjenige in diesem Saft, wenn ihm ca. 2½‰ Äpfelsäure zugesetzt wurden.

Tabelle 12.

Wasserbirnsaft		Gesamtsäure als Äpfelsäure	Flüchtige Säure als Essigsäure	Nichtflüchtige Säure als Äpfelsäure	Milchsäure
		g im l	g im l	g im l	g im l
ohne Zusatz	von Äpfelsäure, steril . . . . .	2,34	0,57	1,71	0,54
do.	+ Bact. mannitopœum . . . . .	7,97	3,79	3,80	4,45
do.	+ Bact. Gayoni . . . . .	5,96	2,78	2,90	3,78
do.	+ Bact. intermedium . . . . .	5,02	2,47	2,30	3,42
mit Zusatz	von Äpfelsäure, steril . . . . .	4,99	0,60	4,33	0,54
do.	+ Bact. mannitopœum . . . . .	6,36	1,50	4,71	1,98
do.	+ Bact. Gayoni . . . . .	7,23	2,06	4,97	2,90
do.	+ Bact. intermedium . . . . .	5,79	1,96	3,63	3,36

In den Milchsäuregehalten zeigt sich eine auffällige Erscheinung. In dem Saft ohne Säurezusatz hat das *Bacterium mannitopœum* am meisten Milchsäure erzeugt, *Bacterium Gayoni* weniger und *Bacterium intermedium* die geringste Menge, während im Wasserbirnsaft mit Säurezusatz die Reihenfolge gerade die umgekehrte ist. Durch die gewonnene Einsicht in das Wesen dieser Bakterien sind wir jetzt in der Lage, dieses Verhalten zu erklären. Im ursprünglichen Saft ist durch das kräftige *Bacterium mannitopœum* der Milchsäurestick am weitesten vorgeschritten, während er beim *Bacterium intermedium* mehr zurückblieb und dafür etwas Säure abgebaut wurde. Im Wasserbirnsaft mit Zusatz von Äpfelsäure wurde das säureempfindlichere *Bacterium mannitopœum* durch den höheren Säuregehalt in seiner Tätigkeit gehemmt; daher die geringe Menge von Milch- und Essigsäure. Für den Säureabbau besitzt dieses *Bacterium* eine weniger ausgesprochene Befähigung. *Bacterium intermedium* vermag höhere Säuregrade zu ertragen; zudem vermag es weitaus besser als jenes Äpfelsäure abzubauen; die geringe Zunahme an Gesamtsäure, trotz Bildung einer größeren Menge Essigsäure, weist auf einen Säureabbau hin. Es wurde daher bei der Zersetzung des Zuckers in Milchsäure und Essigsäure nicht so stark gehemmt und hat hier sogar etwas mehr flüchtige Säure erzeugt als das *Bacterium mannitopœum*. Auf Milchsäurestick, verbunden mit Säureabbau, ist auch die verhältnismäßig große Milchsäuremenge zurückzuführen. Das *Bacterium Gayoni*, dessen Verhalten gegenüber Zucker und Säure mehr mit demjenigen von *Bacterium mannitopœum* übereinstimmt, und das sonst etwas weniger energisch wirkt, erfuhr in dem Saft mit Äpfelsäurezusatz eine geringere Hemmung und erwies sich hier etwas wirksamer.

Der gleiche sterilisierte Wasserbirnsaft wurde auch noch benutzt, um festzustellen, wie ein kleinerer oder größerer Zusatz von Alkohol auf die Tätigkeit der 3 Bakterien einwirkt. Zu diesem Behufe wurden die Säfte von Anfang an auf einen Gehalt an Äthylalkohol von 35 bzw. 67%<sub>00</sub> gebracht. Diese Alkoholgehalte vermochten die Entwicklung der Bakterien nicht zu verhindern, haben aber immerhin, wie aus Tabelle 13 hervorgeht, ihre Tätigkeit beeinflusst. Zur Beurteilung der darin enthaltenen Angaben sind die in Tabelle 12 mitgeteilten Befunde über das Verhalten der 3 Bakterien im gleichen Wasserbirnsaft ohne Zusatz heranzuziehen.

Tabelle 13.

Wasserbirnsaft	Gesamtsäure als Äpfelsäure	Flüchtige Säure als Essigsäure	Nichtflüchtige Säure als Äpfelsäure	Milchsäure	Alkohol
	g im l	g im l	g im l	g im l	g im l
mit kleinem Zusatz von Alkohol, steril . . . .	2,07	0,55	1,47	0,58	35,32
do. + Bact. mannitolpœum . . . .	8,00	4,03	3,57	4,81	35,32
do. + Bact. Gayoni . . . .	5,92	2,72	2,93	3,96	35,32
do. + Bact. intermedium . . . .	4,89	2,18	2,49	3,68	35,32
mit größerem Zusatz von Alkohol, steril . . . .	2,04	0,55	1,44	0,58	67,42
do. + Bact. mannitolpœum . . . .	5,56	2,88	2,39	3,55	67,42
do. + Bact. Gayoni . . . .	2,37	0,56	1,75	0,62	67,42
do. + Bact. intermedium . . . .	1,81	0,69	1,05	1,84	67,42

Die etwa 3 Monate nach der Versuchsanstellung ermittelten Gehalte an Milchsäure und flüchtiger Säure bei 35°/∞ Alkohol sind nur wenig verschieden von jenen im ersten Teil von Tabelle 12 angeführten. Die geringe Alkoholmenge hat die durch die Bakterien verursachten chemischen Umsetzungen nur wenig beeinflußt. Anders verhält es sich bei dem Zusatz von 67,4°/∞ Alkohol. *Bacterium mannitolpœum* wurde durch diese Alkoholmenge schon merklich gehemmt, war aber immerhin befähigt, einen deutlichen Milchsäurestich zu erzeugen. *Bacterium Gayoni* wirkte in der gleichen Zeit gar nicht auf den Zucker ein, und Äpfelsäure vermag es ja nicht abzubauen. Bei *Bacterium intermedium* wurde ebenfalls die Einwirkung auf den Zucker verhindert; dagegen vermochte dieses für den Abbau von Äpfelsäure gut befähigte *Bacterium* einen ziemlichen Säureabbau herbeizuführen; von den beiden Fähigkeiten des *Bacteriums* wurde durch den Alkohol nur die schwächere aufgehoben. Das Verhalten von *Bacterium Gayoni* kann auffällig erscheinen, da dieses sonst mit *Bacterium mannitolpœum* in seinem physiologischen Verhalten manche Übereinstimmung zeigt und, seiner Herkunft aus algerischem Weißwein entsprechend, nicht so empfindlich gegenüber Alkohol sein sollte. Eine 2 Monate später vorgenommene Untersuchung ergab auch, daß es sich hier offenbar nur um eine vorübergehende Hemmung handelte, indem die flüchtige Säure und Milchsäure auch bei dem mit diesem *Bacterium* geimpften Saft noch beträchtlich zunahmen (die flüchtige Säure bis auf 1,9°/∞).

Um den Charakter unserer Bakterien noch näher festzustellen, wurden sie auch in einen Traubensaft gebracht, den man jedoch, um ihre Entwicklung nicht zu hemmen, stark entsäuerte. Man verwendete einen 1909er Saft von Räuschlingtrauben mit ursprünglich 13°/∞ Gesamtsäure (als Weinsäure berechnet) und setzte durch Zusatz von Kalziumkarbonat den Gesamtsäuregehalt auf 2,28°/∞ herunter. Wie bei einer ganzen Reihe unserer Versuche, wurden hier nicht allein die 3 bisher erwähnten Bakterien näher geprüft, sondern noch eine größere Zahl, zum Teil von uns schon früher beschriebener zu *Bacterium gracile*, *Micrococcus acidovorax* und *Micrococcus variococcus* gehörige Organismen. In Tabelle 14 sind die Ergebnisse dieses Versuches zusammengestellt und dabei ausnahmsweise zum Vergleich auch von den letzterwähnten Bakterienarten je ein Vertreter mit herangezogen worden.

Tabelle 14.

Traubensaft (Räuschling)	Gesamtsäure als Weinsäure	Flüchtige Säure als Essigsäure	Nichtflüchtige Säure als Weinsäure	Milchsäure	Gesamtzucker als Invertzucker	Mannit	Extrakt
	g im l	g im l	g im l	g im l	g im l	g im l	g im l
steril . . . . .	2,28	0,30	1,91	1,08	127,8	—	155,7
+ Bact. mannitopœum . . . . .	17,92	9,36	6,22	13,95	58,3	38,56	128,6
+ Bact. Gayoni . . . . .	12,26	5,40	5,51	9,78	83,5	23,25	137,7
+ Bact. intermedium . . . . .	15,07	7,98	5,10	13,61	67,6	41,64	131,4
+ Bact. gracile . . . . .	1,90	1,02	0,63	4,14	—	—	—
+ Microc. acidovorax . . . . .	2,32	0,57	1,61	4,38	—	—	—
+ Microc. variococcus . . . . .	0,37	0,24	0,07	4,08	—	—	—

Nach ihrer Wirkungsweise bei diesem Versuche können die verwendeten 6 Bakterien in 2 Gruppen gebracht werden. Zur ersteren gehören unsere 3 typischen Mannit- oder Milchsäurebakterien, während der zweiten einige Bakterien zuzurechnen sind, deren Tätigkeit sich hauptsächlich auf den Säureabbau beschränkt. Die großen Mengen der von *Bacterium mannitopœum*, *Bacterium Gayoni* und *Bacterium intermedium* erzeugten Milchsäure sind durch Zersetzung von Zucker entstanden, worauf, neben der Abnahme des Zuckergehaltes, auch die entsprechenden Mengen Essigsäure und Mannit hinweisen. Daneben hat aber noch ein Säureabbau stattgefunden, bei dem ebenfalls Milchsäure gebildet wurde. Es kann sich dabei nicht etwa nur um den Abbau der Gesamtsäure von 2 ‰ handeln, die der Traubensaft nach der Entsäuerung noch enthielt, sondern es war ohne Zweifel von der ursprünglich vorhandenen, durch Kalk neutralisierten Äpfelsäure ein großer Teil noch in gebundener Form in Lösung, der durch diese Bakterien nun ebenfalls abgebaut wurde. Darauf weist z. B. der Umstand hin, daß bei *Bacterium mannitopœum* 6,49 ‰ Milchsäure mehr vorhanden ist als nichtflüchtige Säure in Milchsäure umgerechnet. Es muß also ein beträchtlicher Anteil der Milchsäure an Kalium- und Kalzium-Ionen gebunden sein, die vor der Umsetzung durch die Bakterien mit Äpfelsäure vereinigt waren.

Das *Bacterium mannitopœum* und das *Bacterium intermedium* erwiesen sich, wie aus den Zuckerbestimmungen hervorgeht, hier ganz besonders energisch in der Zersetzung des Zuckers, was übrigens auch daraus zu entnehmen ist, daß sie neben viel Milchsäure und Essigsäure noch etwa 40 ‰ Mannit erzeugten. Wenn die Abnahme des Extraktgehaltes wesentlich geringer ist als die Abnahme an Zucker, so liegt der Grund eben in der Entstehung beträchtlicher Mengen von Mannit, der ja im Extrakt mitbestimmt wird. Die im Verhältnis zum verschwundenen Zucker große Mannitmenge weist darauf hin, daß von den Bakterien in der Hauptsache Lävulose angegriffen wurde, denn nur aus solcher vermögen sie Mannit zu bilden. Damit steht auch die ausgiebige Bildung von Essigsäure durch das *Bacterium intermedium* im Einklang; denn dieses *Bacterium* erzeugt ja nur aus Lävulose, nicht aber aus Dextrose größere Mengen von Essigsäure. Das *Bacterium Gayoni* zeigte ähnliche Umsetzungen und war nur in der Wirkung merklich schwächer.



Bei den Bakterien der 2. Gruppe (*Bacterium gracile*, *Micrococcus acidovorax* und *Micrococcus variococcus*) beschränkten sich die Umsetzungen in der Hauptsache auf den Abbau der Äpfelsäure. Da sie beim Säureabbau keine flüchtige Säure bilden, der Gehalt an letzterer bei *Bacterium gracile* aber doch deutlich zunahm, so hat wohl auch dieses, vielleicht erst nach völligem Verbrauch der Säure, noch etwas Zucker angegriffen. In anderen Fällen erwies es diese Fähigkeit, nach vollzogenem Säureabbau im Wein noch vorhandenen Zucker anzugreifen, in ausgeprägter Weise; so haben wir in der erwähnten Abhandlung nachgewiesen, daß das nämliche *Bacterium* in einem entsäuerten Traubensaft von Spätburgunder nach abgeschlossenem Säureabbau noch beträchtliche Mengen Zucker umsetzte und dabei 3,6 ‰ Essigsäure, 9,5 ‰ Milchsäure und 20,6 ‰ Mannit erzeugte.

Bei *Micrococcus variococcus* hat ein reiner Säureabbau stattgefunden; daraufhin deutet der geringe Gehalt an nichtflüchtiger Säure (0,07 ‰), bei *Micrococcus acidovorax* beträgt die nichtflüchtige Säure dagegen 1,61 ‰, was auf eine schwache Mehrbildung von Milchsäure, und zwar aus Zucker hinweist.

Von den 6 Bakterien wäre also das *Bacterium gracile* auf Grund zahlreicher, übereinstimmender Beobachtungen nicht der 2., sondern der 1. Gruppe, den eigentlichen Mannitbakterien, einzuordnen, wenn es auch die Zuckerarten weniger energisch angreift als die übrigen. In die 2. Gruppe kämen dann die beiden *Micrococcus*-Arten, die den Zucker nur wenig oder gar nicht angreifen und, falls dieses geschieht, aus demselben keine flüchtige Säure bilden.

### c) Verhalten der Bakterien in verschiedenen Weinen.

Einen weiteren Einblick in das Wesen unserer 3 näher zu vergleichenden Bakterien gewährt auch folgender Versuch, bei dem sie einem vergorenen sterilen 1912er Wädenswiler Weißwein der Traubensorte Räuschling zugesetzt wurden, dessen Säuregehalt man vor dem Versuch durch Zusatz von Kalziumkarbonat auf 2,77 ‰ (als Weinsäure berechnet) herabgesetzt hatte. Da in solchen Weinen unsere reingezüchteten Bakterien in der Regel nicht gut zu wachsen vermögen, namentlich, wenn, wie im vorliegenden Falle, die Säure schon vorher abgebaut worden war, so erhielt der zum Versuch benutzte Wein noch einen kleinen Zusatz von unvergorenem Traubensaft, so daß der Zuckergehalt auf 11,3 ‰ stieg. Aus Tabelle 15 sind die Veränderungen zu ersehen, die die Bakterien im Laufe von 5 Monaten verursachten.

Tabelle 15.

Weißwein, Räuschling (mit Zusatz von etwas Traubensaft)	Gesamtsäure als Weinsäure	Flüchtige Säure als Essigsäure	Nichtflüchtige Säure als Weinsäure	Milchsäure	Gesamtzucker als Invertzucker	Alkohol	Extrakt
	g im l	g im l	g im l	g im l	g im l	g im l	g im l
steril . . . . .	2,77	0,61	2,01	4,86	11,33	54,29	34,7
+ Bact. mannitolpœum . . . . .	6,37	1,96	3,92	8,28	0,0	54,44	28,3
+ Bact. Gayoni . . . . .	5,77	2,01	3,26	8,50	0,42	55,84	27,3
+ Bact. intermedium . . . . .	5,47	1,62	3,45	8,72	0,46	55,10	29,1

2\*

Trotz der langen Versuchsdauer und der hohen Temperatur (ca. 22°), der die Weine ausgesetzt waren, erstreckten sich die festgestellten Veränderungen nur auf eine vollständige Zersetzung des im zugesetzten Traubensaft enthaltenen Zuckers, indem dieser fast ganz oder vollständig verschwand, dafür aber ca. 4 ‰ Milchsäure, 1–1,4 ‰ Essigsäure und etwas Mannit neu entstanden. Es haben also die Umsetzungen stattgefunden, die für den Milchsäurestich charakteristisch sind. Doch ließ die Kostprobe dieser Weine einen Milchsäurestich nicht erkennen und auch sonst erschienen sie nicht als verdorben, höchstens wiesen sie einen kratzenden Beigeschmack auf. Ein wesentlicher Unterschied trat zwischen den 3 Bakterien nicht hervor. Der etwas geringere Gehalt an flüchtiger Säure bei dem Weine mit *Bacterium intermedium* wird darauf zurückzuführen sein, daß neben Lävulose auch Dextrose zersetzt wurde, aus welcher dieses *Bacterium*, wie wir gezeigt haben, nur ganz wenig flüchtige Säure erzeugt.

Es schien von Interesse, die Bakterien auch einem Weine zuzusetzen, der von Natur aus einen geringeren Säuregehalt aufwies, darum nicht entsäuert wurde und dem man auch keinen Zucker zusetzte. Wir wählten dazu einen von Siders im Wallis stammenden Rotwein von nicht allzu hohem Säuregehalt, den wir anfangs November 1915 vom Produzenten bezogen.

Tabelle 16.

Rotwein, 1915er von Siders (Wallis)	Gesamtsäure als Weinsäure	Flüchtige Säure als Essigsäure	Nichtflüchtige Säure als Weinsäure	Milchsäure
	g im l	g im l	g im l	g im l
sterilisiert . . . . .	7,42	1,38	5,70	3,19
„ + <i>Bact. mannitopœum</i> . . . . .	7,42	1,34	5,75	—
„ + <i>Bact. Gayoni</i> . . . . .	7,46	1,36	5,76	—
„ + <i>Bact. intermedium</i> . . . . .	7,38	1,41	5,62	—
„ + <i>Bact. gracile</i> + <i>Bact. mannitopœum</i> . . . . .	7,46	1,29	5,85	—
„ + „ + <i>Bact. Gayoni</i> . . . . .	7,42	1,32	5,77	—
„ + „ + <i>Bact. intermedium</i> . . . . .	7,42	1,36	5,72	—
nicht sterilisiert, ohne Bakterienzusatz . . . . .	7,53	1,74	5,36	—
„ + <i>Bact. intermedium</i> . . . . .	7,61	1,64	5,56	—

Unsere 3 Bakterien vermehrten sich in dem Weine nicht, was an dem unveränderten Gehalt an Gesamtsäure zu erkennen ist und auch aus der mikroskopischen Prüfung hervorging. In gewissen Fällen konnten diese Bakterien in Weinen, in denen sie sich nicht entwickelten, doch zum Wachstum gebracht werden, wenn ihnen noch *Bacterium gracile* zugefügt wurde, wohl weil durch dieses der Säuregehalt der Weine herabgesetzt und dadurch die Lebensbedingungen für die anderen verbessert wurden. So verfuhr man auch bei diesem Versuche, allein, wie die Untersuchung ergab, ohne Erfolg. Es hatte hier eben der Säureabbau, wie sich bei der Bestimmung des Milchsäuregehaltes im sterilisierten, nicht mit Bakterien versehenen Wein herausstellte, schon vorher stattgefunden. Hier, wo weder Zucker noch Äpfelsäure sich fanden, vermochten die Bakterien weder einzeln noch zu zweien vereinigt einzuwirken. Die Weine blieben vollständig unverändert.

In den nachfolgenden Weinen, auf die man die Bakterien einwirken ließ, war zwar die alkoholische Gärung ebenfalls beendet, also kein Zucker mehr vorhanden; dagegen hatte der biologische Säureabbau noch nicht stattgefunden.

Tabelle 17.

	Gesamtsäure als Weinsäure	Flüchtige Säure als Essigsäure	Nichtflüchtige Säure als Weinsäure	Milchsäure	Extrakt
	g im l	g im l	g im l	g im l	g im l
<b>Rotwein, 1915er, Scheitenberger</b>					
sterilisiert . . . . .	9,93	0,45	9,37	0,85	27,7
„ + Bact. mannitopœum . . . . .	9,93	—	—	—	—
„ + Bact. Gayoni . . . . .	9,90	—	—	—	—
„ + Bact. intermedium . . . . .	6,56	0,54	5,89	3,53	23,7
„ + Bact. gracile + Bact. mannitopœum	6,33	0,78	5,36	3,93	22,8
„ + „ + Bact. Gayoni . . . . .	6,41	0,75	5,48	3,71	22,6
„ + „ + Bact. intermedium	6,37	0,93	5,21	3,46	22,4
<b>Rotwein, 1915er, Rheinauer Korbwein</b>					
sterilisiert . . . . .	9,03	0,45	8,47	0,94	29,5
„ + Bact. mannitopœum . . . . .	9,00	0,43	8,47	—	—
„ + Bact. Gayoni . . . . .	9,00	0,48	8,40	—	—
„ + Bact. intermedium . . . . .	5,85	0,62	5,08	4,02	25,2
„ + Bact. gracile + Bact. mannitopœum	5,81	0,80	4,81	3,60	24,8
„ + „ + Bact. Gayoni . . . . .	6,00	1,02	4,73	3,64	23,8
„ + „ + Bact. intermedium	5,77	0,84	4,72	3,26	24,6
nicht sterilisiert, ohne Bakterienzusatz . . . . .	5,77	0,93	4,61	3,35	23,9
„ + Bact. intermedium . . . . .	5,85	0,94	4,68	3,53	23,9

Der an erster Stelle erwähnte Wein (Scheitenberger) stammt von Spätburgundertrauben, Klävner, und wurde in einer Weinbaugemeinde des nördlichen Kantons Zürich geerntet. Das *Bacterium mannitopœum* und das *Bacterium Gayoni* vermochten, wie aus dem gleichbleibenden Gehalt an Gesamtsäure, sowie aus der mikroskopischen Prüfung zu ersehen war, in dem Weine nicht zu wachsen. Wohl aber war dies der Fall beim *Bacterium intermedium*, das den Gehalt an Gesamtsäure um ca. 3 ‰ herabsetzte. Es verursachte einen Säureabbau und erzeugte dementsprechend ziemlich viel Milchsäure. Dieser Befund kann nicht überraschen, wenn man berücksichtigt, daß nach unseren früheren Versuchsergebnissen die Äpfelsäure dem *Bacterium mannitopœum* einen starken Widerstand entgegensetzt und von *Bacterium Gayoni* gar nicht angegriffen wird. Zudem mag auch der hohe Säuregehalt als solcher bei diesen beiden Bakterien hemmend eingewirkt haben. Dem *Bacterium intermedium* kommt eine bedeutend höhere Fähigkeit zu, das Äpfelsäuremolekül zu zerlegen; es kann als ein eigentlich äpfelsäureabbauendes Bakterium betrachtet werden und zeigt ja in dieser Beziehung große Ähnlichkeit mit *Bacterium gracile*.

Auch bei diesem Wein wurde die Wirkung der genannten Bakterien geprüft, wenn ihnen bei der Aussaat *Bacterium gracile* b (eine aus

Jeninser Rotwein gezüchtete Rasse) zugesellt wurde. Hier trat nun überall der Säureabbau ein und zwar ausschließlich durch *Bacterium gracile*, mit Ausnahme der Weine, in denen daneben auch noch *Bacterium intermedium* ausgesät worden war, das sich ebenfalls entwickelte und am Säureabbau teilnahm. Wie wir auch in weiteren Fällen noch zeigen werden, wurde der Gehalt an flüchtiger Säure da, wo *Bacterium gracile* sich neben dem *Bacterium intermedium* am Säureabbau beteiligte oder, bei gleichzeitiger Aussaat mit *Bacterium mannitopæum* oder *Bacterium Gayoni*, ihn allein vollzog, regelmäßig etwas erhöht, während dies nur in geringem Maße der Fall war, wenn der Säureabbau durch *Bacterium intermedium* allein durchgeführt wurde. Im letzteren Falle stieg der Säuregehalt nur um ca. 0,1 ‰, in den übrigen dagegen um 0,3—0,4 ‰. Mit dem Säureabbau ist selbstverständlich stets eine Abnahme des Extraktgehaltes verbunden; dies war auch bei diesen Versuchswainen der Fall.

Der Rheinauer Korbwein, der zu einem weiteren, ähnlichen Versuche verwendet wurde, erwies sich von bester Qualität und bei Beginn des Versuches, am 11. November, vollständig vergoren; es war aber noch kein Säureabbau eingetreten. Auch in diesem Weine vermochte von den 3 Bakterien nur das *Bacterium intermedium* einzugreifen. Es verursachte wiederum einen glatten Abbau der Äpfelsäure. Bei Impfung des Weines mit *Bacterium gracile* nebst je einem unserer näher untersuchten Mannitbakterien erhielt man genau das gleiche Ergebnis wie bei dem vorhergehenden Weine, d. h. es wurde wiederum die Äpfelsäure abgebaut, und zwar nur durch *Bacterium gracile* da, wo es neben *Bacterium mannitopæum* oder *Bacterium Gayoni* sich befand, und teilweise dort, wo daneben *Bacterium intermedium* geimpft worden war und dieses letztere, wie der mikroskopische Befund erkennen ließ, sich ebenfalls neben jenem entwickelte. Der wieder etwas höhere Gehalt an flüchtiger Säure bei den Weinen mit *Bacterium gracile* gegenüber dem der nur mit *Bacterium intermedium* geimpften ist wohl, wie auch bei dem vorhergehenden Versuche, nicht auf den Säureabbau selbst zurückzuführen, sondern einem weiteren Vorgange (Stoffwechselvorgang des *Bacterium gracile*) zuzuschreiben.

Wo das *Bacterium intermedium* diesem Wein im nicht sterilisierten Zustande zugefügt worden war, wurden die Vorgänge bei der weiteren Entwicklung des Weines durch das zugesetzte *Bacterium* weder gefördert noch sonst beeinflusst, wie ein Vergleich mit dem nicht sterilisierten ohne Bakterienzusatz zeigt. Die Weine verhielten sich am Schlusse gleich wie die sterilisierten, mit den Bakteriengemischen geimpften. Im Trub dieser nicht sterilen Weine, auch bei demjenigen ohne Bakterienzusatz, fanden sich zahlreiche dünnere und dicke Bakterienstäbchen und Fäden, die die Annahme nahelegen, daß hier neben dem *Bacterium gracile* auch *Bacterium intermedium* spontan aufgetreten ist.

Es schien uns von Interesse, noch einen andern säurearmen Wein in den Versuch einzubeziehen. Zu diesem Behufe ließen wir 1915er Saft des großbeerigen Frühburgunders in einem größeren Glasgefäße unter Gärverschuß vergären und benutzten dann vor Eintritt des Säureabbaues den vergorenen Wein, der neben 75,86 Gewichts ‰ Alkohol und 0,42 ‰ Gesamtzucker nur 6,7 ‰ Gesamtsäure (als Weinsäure) enthielt, zu dem Versuche.

Tabelle 18.

Rotwein, 1915er, Wädenswiler Frühburgunder	Gesamtsäure als Weinsäure	Flüchtige Säure als Essigsäure	Nichtflüchtige Säure als Weinsäure	Milchsäure	Extrakt
	g im l	g im l	g im l	g im l	g im l
sterilisiert . . . . .	6,71	0,90	5,59	0,63	26,7
„ + Bact. mannitopœum . . . . .	6,67	0,88	5,57	0,60	26,7
„ + „ „ Dezember 1916. . . . .	5,06	1,17	3,60	2,56	—
„ + Bact. Gayoni . . . . .	5,55	0,93	4,39	0,65	26,4
„ + Bact. intermedium . . . . .	3,82	0,93	2,66	1,50	23,7
„ + Bact. gracile b + Bact. mannitopœum . . . . .	4,57	1,38	2,85	2,29	23,2
„ + „ „ + Bact. Gayoni . . . . .	4,27	1,33	2,61	1,98	23,0
„ + „ „ + Bact. intermedium . . . . .	4,20	1,23	2,67	1,77	22,8
nicht sterilisiert, ohne Zusatz . . . . .	3,67	1,14	2,25	1,62	23,2
„ + Bact. mannitopœum . . . . .	3,86	1,20	2,36	1,75	22,6
„ + Bact. Gayoni . . . . .	3,71	1,05	2,40	1,66	23,3
„ + Bact. intermedium . . . . .	3,71	0,96	2,51	1,68	23,1

Trotz des geringen Säuregehaltes war auch hier das *Bacterium mannitopœum* bis zur 1. Untersuchung anfangs September 1916 nicht imstande, die Äpfelsäure abzubauen, und auch *Bacterium Gayoni* vermochte die Säure nur unbedeutend anzugreifen. Bis Ende Dezember 1916 hatte sich dann *Bacterium mannitopœum* allerdings ziemlich gut entwickelt, wie dies auch aus der chemischen Untersuchung zu dieser Zeit hervorgeht. Auffällig hoch war jetzt der Milchsäuregehalt (2,56 ‰) im Vergleich zur geringen Abnahme der nichtflüchtigen Säure, besonders wenn man die Ergebnisse bei *Bacterium intermedium* in Betracht zieht. So scheint, daß bei *Bacterium mannitopœum* die Milchsäure nicht nur von einem Säureabbau, sondern auch noch von einem anderen Vorgang herrührt. In kurzer Zeit, schon innerhalb 4 Wochen nach der Impfung, vermochte dagegen *Bacterium intermedium* den Säureabbau durchzuführen, wobei, wie besonders hervorgehoben sei, keine Essigsäure gebildet, der Wein überhaupt, trotz einer sehr starken Entwicklung der Bakterien, in seiner Beschaffenheit nicht ungünstig beeinflusst wurde.

Wo neben den 3 zu prüfenden Bakterien noch *Bacterium gracile* geimpft wurde, vermochten sie sich, wie aus der Untersuchung des Trubes zu ersehen war, zu entwickeln. Hier aber entstand wiederum mehr flüchtige Säure als da, wo der Säureabbau nur durch *Bacterium intermedium* erfolgte. Nicht unerwähnt möge bleiben, daß auch der Milchsäuregehalt infolge Einwirkung dieser Mischkulturen etwas höher war als bei *Bacterium intermedium*.

Auch bei diesem Versuche wurde ein Teil des Weines unsterilisiert gelassen und zu den darin vorhandenen Organismen noch ziemliche Mengen je eines der 3 Bakterien zugesetzt. Trotz dieser reichlichen Aussaat kam jedoch, wie die im Monat März vorgenommene Untersuchung des Trubes ergab, zuerst nur *Bacterium gracile* zur Entwicklung, das ohne Zweifel auch den schon im vergangenen Oktober eingetretenen Säureabbau verursacht hatte. Erst später, im Laufe des Sommers, vermochten sich dickere Stäbchen und Fäden vom Typus der beschriebenen Mannitbakterien zu ent-

wickeln. Sie übten jedoch auf die Beschaffenheit des Weines keinen deutlich nachweisbaren Einfluß aus. Daß sie von den zugesetzten Mannitbakterien herrühren, ist unwahrscheinlich, da sich die gleichen Formen auch in dem Weine ohne Bakterienzusatz vorfanden. Sicher ist aber, daß unsere 3 Mannitbakterien auch in dem nicht sterilisierten, säurearmen Weine eine Wein-krankheit nicht zu verursachen vermochten.

Mehr wie der Scheitenberger und der Rheinauer Korbwein verhielt sich den 3 Mannitbakterien gegenüber ein vorzüglicher Rotwein aus Malans (Graubünden), wie aus nachfolgender Tabelle 19 hervorgeht.

Tabelle 19.

Rotwein, 1915er, Malanser	Gesamt- säure als Weinsäure	Flüchtige Säure als Essigsäure	Nichtflüchtige Säure als Weinsäure	Milchsäure	Extrakt
	g im l	g im l	g im l	g im l	g im l
sterilisiert . . . . .	8,59	0,42	8,07	0,69	29,9
„ + Bact. mannitolpœum . . . . .	8,62	0,44	8,07	0,74	30,5
„ + Bact. Gayoni . . . . .	8,54	0,43	8,01	0,66	29,8
„ + Bact. intermedium . . . . .	4,80	0,62	4,03	2,88	25,4
„ + Bact. gracile + Bact. mannitolpœum	5,51	0,96	4,31	3,84	24,6
„ + „ + Bact. Gayoni . . . . .	5,85	1,14	4,43	3,60	24,5
„ + „ + Bact. intermedium . . . . .	4,83	0,85	3,77	3,24	24,8
nicht sterilisiert, ohne Bakterienzusatz . . . . .	4,46	1,05	3,15	2,72	23,8
„ + Bact. intermedium . . . . .	4,65	1,10	3,28	2,79	23,7

Ein Blick auf diese Tabelle zeigt uns, daß von den 3 Bakterien nur das *Bacterium intermedium* wirkte und einen reinen Säureabbau vollzog. Nach dem mikroskopischen Befund vermochten sich neben *Bacterium gracile* auch *Bacterium mannitolpœum* und *Bacterium Gayoni* etwas zu entwickeln.

Tabelle 20.

Rotwein, 1915er, Wallenstadter	Gesamt- säure als Weinsäure	Flüchtige Säure als Essigsäure	Nichtflüchtige Säure als Weinsäure	Milchsäure	Extrakt
	g im l	g im l	g im l	g im l	g im l
sterilisiert . . . . .	8,43	0,39	7,95	0,90	24,3
„ + Bact. mannitolpœum . . . . .	8,40	0,40	7,90	1,01	24,4
„ + Bact. Gayoni . . . . .	8,43	0,43	7,90	0,96	24,4
„ + Bact. intermedium . . . . .	8,17	0,49	7,56	1,17	23,9
„ + Bact. gracile b + Bact. mannitolpœum	5,88	0,61	5,12	3,66	20,8
„ + „ + Bact. Gayoni . . . . .	5,80	0,67	4,96	3,84	20,7
„ + „ + Bact. intermedium . . . . .	5,77	0,69	4,91	3,60	20,2
nicht sterilisiert, ohne Bakterienzusatz . . . . .	5,66	0,66	4,84	3,62	19,9
„ + Bact. intermedium . . . . .	6,15	1,10	4,78	3,71	19,8



Etwas abweichend verhielt sich dagegen ein Rotwein von Wallenstadt am Wallensee (Tabelle 20). Er wurde von keinem der 3 Bakterien angegriffen, selbst nicht von *Bacterium intermedium*. Die Weine blieben vollständig unverändert. Wo dagegen neben diesen Bakterien das *Bacterium gracile* zugesetzt wurde, vermochte dieses sich zu entwickeln und den Säureabbau durchzuführen. Auch in dem nicht sterilisierten Wein trat *Bacterium gracile* auf und vollzog hier in gleicher Weise den Säureabbau. In allen diesen Fällen, wo *Bacterium gracile* wirkte, konnte man ein Eingreifen der zugesetzten Mannitbakterien nicht beobachten. Nach der mikroskopischen Prüfung kamen sie in dem gerbstoffreichen Wein überhaupt nicht zur Entwicklung.

In einer Reihe weiterer Rotweine, die wie die vorhergehenden, aus guten und besten Weinlagen der Schweiz stammten und von den Produzenten direkt bezogen wurden, prüften wir das Verhalten der genannten Bakterien in gleicher Weise. Da die Resultate mit den bisher besprochenen im wesentlichen übereinstimmen, verzichten wir auf eine ausführliche Darlegung und begnügen uns mit einer vereinfachten Zusammenstellung derselben in Tabelle 21.

Fassen wir die in dieser Tabelle, sowie in den Tabellen 16—20 wiedergegebenen Resultate zusammen, so lassen sich die 15 Rotweine in verschiedene Gruppen bringen. In den Weinen sämtlicher Gruppen vermochte das zugesetzte *Bacterium gracile* sich zu entwickeln und den biologischen Säureabbau zu vollziehen. Der 1915er Rotwein aus Siders (Tabelle 16) bildet nur deshalb eine Ausnahme, weil der Säureabbau schon vor Zusatz des *Bacteriums* stattgefunden hatte.

In den Weinen der 1. Gruppe, zu denen der Frühburgunder (Tabelle 18) und der Malanser (Tabelle 19) gehören, vermochte, für sich allein ausgesät, von den 3 Bakterien im Frühburgunder außer *Bacterium intermedium* noch *Bacterium mannitopæum* und im Malanser nur *Bacterium intermedium* zu wachsen. In Gegenwart von *Bacterium gracile* konnten sich in beiden Weinen außer *Bacterium intermedium* auch *Bacterium mannitopæum* und *Bacterium Gayoni* entwickeln. Diese Weine boten für die Bakterienentwicklung die besten Bedingungen.

Bei den Weinen der 2. Gruppe konnte von den 3 Mannitbakterien nur das *Bacterium intermedium* zur Entwicklung gelangen; auch da, wo *Bacterium gracile* zugefügt worden war, vermochten die beiden anderen nicht zu wachsen. Das *Bacterium intermedium* vollzog einen glatten Abbau der Äpfelsäure, unter Bildung von nur ganz geringen Mengen flüchtiger Säure. Hierher gehören der Scheitenberger und der Korbwein (Tabelle 17) und sodann der Altstätter Forstwein, Buchberger, Rudolfinger, Dachsener, Flaacher, sowie der Dôle von Sitten (Tabelle 21, No. 1—6).

In die 3. Gruppe lassen sich einige Weine einordnen, bei denen, trotzdem der Säureabbau noch nicht stattgefunden hatte, *Bacterium intermedium* sich nicht entwickelte und also keine Wirkung ausübte. Wohl aber gelang es dem *Bacterium gracile* die Äpfelsäure zu zerlegen, was erkennen läßt, daß dieses *Bacterium* in der Zersetzung von Äpfelsäure und äpfelsauren Salzen dem *Bacterium intermedium* noch überlegen ist und als Erreger par excellence des Äpfelsäureabbaues gelten

**Tabelle 21.**

Verschiedene 1915er Rotweine	Bact. mannitolpœum			Bact. Gayoni			Bact. intermedium		
	Gesamt- säure als Weinsäure g im l	Flüchtige Säure als Essigsäure g im l	Milch- säure g im l	Gesamt- säure als Weinsäure g im l	Flüchtige Säure als Essigsäure g im l	Milch- säure g im l	Gesamt- säure als Weinsäure g im l	Flüchtige Säure als Essigsäure g im l	Milch- säure g im l
1. Altstätter (Forst) <sup>1)</sup> , (steril: Ges.-Säure 8,28, flücht. Säure 0,52, Milchsäure 0,76 ‰/∞) Ohne Bact. gracile . . . . . Mit " " " " " " " " " "	8,28 5,43	0,52 0,82	0,76 3,36	8,28 5,40	— 0,80	— 3,44	5,25 5,85	0,57 1,10	3,24 3,30
2. Buchberger <sup>1)</sup> (steril: Ges.-Säure 7,31, flücht. Säure 0,46, Milchsäure 0,54 ‰/∞) Ohne Bact. gracile . . . . . Mit " " " " " " " " " "	7,31 4,42	0,44 0,75	— 3,08	7,30 4,61	— 0,78	— 3,31	4,38 4,38	0,49 0,74	2,54 2,99
3. Rudolfinger <sup>2)</sup> (steril: Ges.-Säure 10,91, flücht. Säure 0,49, Milchsäure 0,72 ‰/∞) Ohne Bact. gracile . . . . . Mit " " " " " " " " " "	10,91 7,01	0,54 0,90	— 3,87	10,87 6,90	0,51 0,87	— 3,98	6,45 6,37	0,54 0,86	3,46 3,42
4. Dachsener <sup>2)</sup> (steril: Ges.-Säure 10,42, flücht. Säure 0,5, Milchsäure 0,67 ‰/∞) Ohne Bact. gracile . . . . . Mit " " " " " " " " " "	10,50 6,63	0,52 0,88	— 4,42	10,46 6,90	— 1,10	— 4,50	6,71 6,82	0,57 1,17	3,98 4,38
5. Flaacher <sup>3)</sup> (steril: Ges.-Säure 10,65, flücht. Säure 0,40, Milchsäure 0,81 ‰/∞) Ohne Bact. gracile . . . . . Mit " " " " " " " " " "	10,65 6,56	0,49 0,81	—	10,65 6,60	— 0,75	—	7,20 6,45	0,46 0,85	3,66 4,47
6. Döle von Sitten <sup>3)</sup> (steril: Ges.-Säure 7,16, flücht. Säure 0,78, Milchsäure 0,72 ‰/∞) Ohne Bact. gracile . . . . . Mit " " " " " " " " " "	7,12 5,62	0,74 1,02	— 2,52	7,20 5,70	0,79 0,99	— 2,34	5,77 5,58	1,14 1,10	3,06 2,81
7. Döle von Sidlers <sup>3)</sup> (steril: Ges.-Säure 7,08, flücht. Säure 0,64, Milchsäure 1,41 ‰/∞) Ohne Bact. gracile . . . . . Mit " " " " " " " " " "	7,12 6,45	0,70 0,82	— 2,40	7,08 6,33	0,66 0,97	— 2,61	7,12 6,30	0,69 0,92	— 2,81
8. Sonnenberger <sup>4)</sup> (steril: Ges.-Säure 11,43, flücht. Säure 0,37, Milchsäure 0,85 ‰/∞) Ohne Bact. gracile . . . . . Mit " " " " " " " " " "	11,47 7,20	0,39 0,68	— 4,11	11,66 7,08	0,62 0,64	— 3,96	11,40 7,12	0,42 0,69	— 4,14
9. Herdener <sup>4)</sup> (steril: Ges.-Säure 10,66, flücht. Säure 0,48, Milchsäure 0,9 ‰/∞) Ohne Bact. gracile . . . . . Mit " " " " " " " " " "	10,53 10,53	0,40 —	— —	10,50 9,93	0,48 0,45	— 1,32	10,46 7,12	0,50 0,67	— 3,98

<sup>1)</sup> Aus dem Rheintal, südlich des Bodensees. — <sup>2)</sup> Aus dem nördlichen Teil des Kantons Zürich. — <sup>3)</sup> Aus dem Kanton Wallis. — <sup>4)</sup> Aus dem Kanton Thurgau, an der Thur und südlich derselben.

kann. Hierher gehören der Wallenstadter (Tabelle 20), der Dôle von Siders, der Sonnenberger und Hårdener (Tabelle 21, No. 7—9).

Der Rotwein von Siders (Tabelle 16), in dem weder die Mannitbakterien noch das *Bacterium gracile* weitere Veränderungen verursachten, kann nicht wohl auf Grund dieser Erscheinung eine besondere Gruppe bilden. Die Äpfelsäure war eben schon vor Beginn des Versuches abgebaut und konnte deshalb nicht zu weiteren Umsetzungen Veranlassung geben.

## B. Morphologische Merkmale.

Im Nachfolgenden sollen in erster Linie die Wachstumsformen des *Bacterium intermedium* aufgeführt werden, dann aber auch diejenigen des *Bacterium Gayoni*, über dessen morphologische Eigenschaften wir, im Gegensatz zu den von ihm verursachten Umsetzungen, bisher nicht genügend orientiert waren. Um die Stellung dieser beiden nun benannten Bakterien zu dem von uns früher beschriebenen *Bacterium mannitopœum* festzustellen, wurde auch dieses bei den morphologischen Beschreibungen, soweit erforderlich, mit berücksichtigt. Zur Untersuchung entnahm man die Bakterien aus künstlichen Nährlösungen, sowie auch aus Obst- und Traubensäften und Weinen und ebenso auch aus Kulturen auf Nährgelatine, Strichkulturen und Riesenkolonien. Die der Arbeit beigegefügte Tafel gibt einen Überblick über die Beschaffenheit der Bakterien in verschiedenen Stadien. Die Abbildungen 1—8 sind hergestellt nach mit Fuchsin gefärbten Präparaten, und auch die im Nachfolgenden angeführten Messungen beziehen sich auf derartig gefärbte Bakterien.

Schon ein Überblick über die Tafel, sodann aber namentlich ein Vergleich der Präparate läßt erkennen, daß die 3 erwähnten Bakterienarten in morphologischer Beziehung sich nicht so scharf unterscheiden wie in physiologischer Hinsicht. Alle 3 sind Kurzstäbchen, können aber auch längere septierte oder auch nicht septierte Stäbchen und Fäden bilden. Immerhin fällt das *Bacterium Gayoni* dadurch auf, daß es verhältnismäßig mehr Kurzstäbchen bildet; doch finden sich in den Kulturmedien daneben auch ziemlich viele Fäden, die jedoch bei der Präparation (beim Zentrifugieren und Auswaschen) leicht in die Kurzglieder zerfallen (Fig. 3). Die Einzelstäbchen dieses *Bacteriums* erscheinen durchwegs dünner und auch im ungefärbten Zustand weniger scharf kontouriert als die der beiden anderen.

Etwas größere Übereinstimmung zeigen *Bacterium intermedium* und *Bacterium mannitopœum*, so daß bei der mikroskopischen Betrachtung sich diese zunächst kaum auseinander halten lassen. Bei den gefärbten Präparaten fällt aber doch auf, daß das *Bacterium intermedium* ganz regelmäßig schärfere Kontouren zeigt als das *Bacterium mannitopœum*. Hier fallen auch beim ersten, namentlich bei den Gelatinekulturen, die zahlreichen von den Bakterien gebildeten leeren Schleimscheiden auf, die in gefärbten Präparaten durch ihr blasses Rot von den tief gefärbten Bakterien sich abheben (Fig. 6). Gelegentlich konnten diese Schleimscheiden auch bei den aus Wein entnommenen Bakterien festgestellt werden, teils noch in Verbindung mit den Bakterienfäden. Diese Scheidenbildung bildet übrigens kein unterscheidendes Merkmal, indem wir sie auch bei *Bacterium mannitopœum* und *Bac-*

*Bacterium Gayoni* wiederholt beobachteten. Vielleicht trennen sie sich hier weniger leicht von den Bakterien, weshalb diese dann nicht so scharf kontouriert erscheinen.

Die Messungen an gefärbten Präparaten ergaben für *Bacterium Gayoni* eine Länge der Kurzstäbchen von ca 1  $\mu$  (im Weißwein) und 1,3—1,5  $\mu$  (in Obstsaft und in Nährgelatine). Hier, wie dort, betrug der Durchmesser 0,8  $\mu$  und erhob sich nur ganz ausnahmsweise (z. B. in Nährgelatine auf 1  $\mu$ ).

Bei *Bacterium intermedium* betrug der Durchmesser der Kurzstäbchen (in Wasserbirnsaft) 0,8—0,9  $\mu$ , ausnahmsweise bis 1,0  $\mu$ , die Länge 1,5—1,7  $\mu$ . In Traubenwein waren die Kurzstäbchen 0,8  $\mu$  dick und 1,2  $\mu$  lang, in den Strichkulturen auf Nährgelatine 0,8—1,0  $\mu$  dick und 1,5  $\mu$  lang. Meist zeigten sich die Kurzstäbchen an den Enden etwas abgerundet.

Bei *Bacterium mannitopœum* betrug die Dicke der Kurzstäbchen (aus Weißwein) 1  $\mu$ , aus Strichkulturen auf Nährgelatine 1,2—1,3  $\mu$ , ausnahmsweise bis 1,5  $\mu$ , die Länge 1,5  $\mu$ , so daß die Kurzstäbchen oft Würfelchen gleichen. An den Enden erscheinen auch hier die Stäbchen vielfach abgerundet. Die längeren Fäden erschienen durchwegs etwas dünner als die Kurzstäbchen, was übrigens auch bei den anderen Arten der Fall war.

In den künstlichen Nährlösungen mit den verschiedenen Zuckerarten bildeten die 3 Bakterien, außer den Einzelstäbchen und vereinzelt Fäden, auch kleinere und größere Massen verflochtener Fäden, die bei *Bacterium Gayoni* aus etwas kürzeren Fäden bestanden als bei den anderen. Bei *Bacterium mannitopœum* in der Galaktoselösung erschienen diese Bakterienmassen als eigentliche glatte Kugeln. *Bacterium intermedium* und *mannitopœum* gediehen in diesen künstlichen Lösungen, sowie in milden Obstsäften üppig und bildeten ein massiges, oft flockiges, schneeweißes Depot; bei *Bacterium Gayoni* war diese Entwicklung schwächer, und noch weniger voluminös zeigte sich das Depot bei *Bacterium gracile*. Während letzteres bei seiner säureabbauenden Tätigkeit schwebend in der Flüssigkeit erhalten bleibt, sinken die massigen Bakterien von *Bacterium mannitopœum* und *intermedium* rascher zu Boden und entwickeln sich wohl auch sonst in besonders ausgiebigem Maße auf dem Boden der Kulturgefäße. Die Trübung der Kulturflüssigkeit dauert daher bei letzteren weniger lang als bei *Bacterium gracile*.

In den zu den Versuchen verwendeten Rotweinen zeigte das *Bacterium intermedium* die im Vorstehenden beschriebenen Wachstumserscheinungen; doch verdient besondere Erwähnung, daß ziemlich regelmäßige eine Art Zoogloen zu beobachten war, d. h. aus dicht verflochtenen Fäden gebildete Massen mit glatter Oberfläche, allerdings gewöhnlich nicht von regelmäßiger Kugelgestalt, wie wir solche früher bei *Bacterium mannitopœum* schilderten. Durch eine abgesonderte Haut eingeschlossene Bakterienmassen (Bakterienblasen) haben wir bei *Bacterium intermedium* nie beobachten können, womit nicht gesagt sein soll, daß solche sich nicht gelegentlich doch bilden können.

In Strichkulturen auf Nährgelatine (15 proz. Gelatine mit 7 Proz. unvergorenem Wasserbirnsaft) wiesen die 3 Bakterien eine gewisse Übereinstimmung auf; sie waren sämtlich weiß gefärbt und die Gelatine wurde auch bei längerer Dauer nicht verflüssigt. Daneben zeigten sich aber

doch deutliche Unterschiede, in der Hauptsache durch die verschiedene Wachstumsintensität verursacht. Am kräftigsten entwickelte sich *Bacterium mannitopœum*, so daß der aus kräftigen Einzelkolonien bestehende Strich deutlich weiß hervortrat, während bei *Bacterium intermedium* der Strich weniger geschlossen erschien, sich daher weniger scharf abhob und bei *Bacterium Gayoni* in noch höherem Grade von zarter schleierartiger Beschaffenheit war. Während bei *Bacterium intermedium* der Rand des Striches gerade erschien, waren bei *Bacterium mannitopœum* und *Bacterium Gayoni* fransenartige Auswüchse zu beobachten, die bei letzterem zahlreicher, aber weniger kräftig hervortraten. Diese Fransen erschienen als schleierförmige Auswüchse, als Bündel von Bakterienfäden. Die Verschiedenheit im Aussehen dieser Strichkulturen erschien uns erheblicher, als die bei der mikroskopischen Untersuchung sich ergebenden Unterschiede der betreffenden Bakterien.

Auch in den Riesenkolonien auf gleich beschaffenem Nährmedium ergaben die 3 Bakterien deutliche Unterschiede. Bei Herstellung derselben wurde auf eine größere Menge (60 ccm) Nährgelatine in einem Erlenmeyerkolben sorgfältig ein kleines Tröpfchen einer Bakterienzucht in Nährflüssigkeit aufgesetzt und die Kulturen unter Watte- und Papierverschluß in einem mäßig warmen, nicht zu trockenen Raum während eines halben Jahres sich selbst überlassen. Nach dieser Zeit stellte man photographische Bilder der unterdessen entstandenen Kolonien her. Solche finden sich in natürlicher Größe auf der Tafel in Fig. 9—11. Die Wachstumsvorgänge waren ähnliche wie bei den Strichkulturen. Die Kolonie des *Bacterium mannitopœum* war von Anfang an und auch dauernd die dichteste; dann folgte *Bacterium intermedium* und am dünnsten waren die Kolonien von *Bacterium Gayoni*. Bei *Bacterium mannitopœum* erschien der innere Teil der Kolonie an der Oberfläche fettglänzend, feinkörnig, während der Rand, wo die Einzelkolonien wohl etwas besser ernährt waren, wulstartig erhaben, unregelmäßig gekerbt oder ausgebuchtet und stellenweise gefranst erschien (Fig. 9). Bei *Bacterium intermedium* zeigten sich ähnliche Erscheinungen, doch war die Scheibe der Kolonie nicht so dicht, der Rand nicht so stark erhaben, aber ebenfalls etwas gelappt und stellenweise gefranst.

Deutlich abweichend gestaltet erwiesen sich die Riesenkolonien von *Bacterium Gayoni*. Die Scheibe der Kolonie erschien weniger geschlossen und dicht als bei *Bacterium intermedium*, oder gar bei *Bacterium mannitopœum*; deutlich waren noch die Einzelkolonien zu erkennen, zwischen denen stellenweise noch der Untergrund der Gelatine sichtbar war. Am Rande der Scheibe hatten sich die Einzelkolonien zu einem zusammenhängenden, weißen Ring vereinigt. Umgeben war die ganze Kolonie von einer ziemlich breiten und regelmäßig gerandeten, durchscheinenden Zone, die so zart war, daß sie auf dem Bilde nur schwierig zu erkennen ist.

Trotzdem die 3 Bakterien aus den verschiedenartigsten flüssigen und festen Medien und in den verschiedensten Entwicklungsstadien, jungen und alten Kulturen, immer wieder untersucht worden waren, konnten doch niemals Sporen nachgewiesen werden; ebenso wurde nie eine selbständige Bewegung dieser Bakterien beobachtet.

## Zusammenfassung der Resultate.

Um einen leichteren Überblick über die das physiologische Verhalten betreffenden Versuchsergebnisse zu ermöglichen, finden sich diese in nachfolgender Tabelle in der Weise zusammengestellt, daß der Grad der Umsetzung der betreffenden Verbindungen durch Zahlen bezeichnet wurde, wobei 1 eine nur schwache, 5 die stärkste Einwirkung ausdrückt. Außer den 3 in erster Linie zu vergleichenden Bakterien, *Bacterium mannitolpœum*, *Bacterium Gayoni* und *Bacterium intermedium*, haben wir hier zum Vergleich das ebenfalls im Wein häufig vorkommende *Bacterium gracile* herangezogen, wobei wir uns auf frühere Versuche<sup>1)</sup> stützen konnten.

Tabelle 22.

	Bact. mannito- pœum	Bact. Gayoni	Bact. inter- medium	Bact. gracile
Dextrose . . . . .	5	5	4	5
Lävulose . . . . .	5	5	5	5
Galaktose . . . . .	5	4	4	2
Saccharose . . . . .	5	3	4	0
Lactose . . . . .	0	2	2	0
Maltose . . . . .	5	5	5	0
Raffinose . . . . .	4	4	4	0
l-Arabinose . . . . .	5	0	0	0
Xylose . . . . .	5	5	4	0
Rhamnose (Isodulcit) . . . . .	0	0	0	0
$\alpha$ -Methylglucosid . . . . .	5	4	3	4
Amygdalin . . . . .	3	0	?	1
Glyzerin . . . . .	0	0	0	0
Äpfelsäure . . . . .	1	0	4	5
Neutr. äpfelsaures Kalium . . . . .	1	0	3	3
Saures äpfelsaures Ammonium . . . . .	1	0	1	2
Saures äpfelsaures Calcium . . . . .	3	0	5	5
Äpfelsaures Äthyl . . . . .	1	0	2	3
Weinsäure . . . . .	0	0	0	0
Zitronensäure . . . . .	2	0	0	4
Bernsteinsäure . . . . .	0	0	0	0
Milchsäure . . . . .	0	0	0	0

In erster Linie handelte es sich darum, das neu gefundene *Bacterium intermedium* mit dem schon früher beschriebenen *Bacterium mannitolpœum* zu vergleichen, da es mit diesem in seiner Gestalt große Übereinstimmung zeigt.

Ein gleiches Verhalten zeigen diese beiden Bakterien nur bei der Umsetzung von Lävulose und Xylose, die sie nicht nur stark angreifen, sondern auch unter Bildung gleicher Produkte zersetzen.

Verschiedene Umsetzungsprodukte erzeugen dagegen diese Bakterien aus folgenden Substanzen, die sie

<sup>1)</sup> Die Bakterien im Wein und Obstwein usw. loc. cit.

beide anzugreifen vermögen: Dextrose, Galaktose, Saccharose, Maltose, Raffinose,  $\alpha$ -Methylglucosid. Während *Bacterium mannitopæum* bei der Umsetzung dieser Substanzen viel Essigsäure erzeugt, wird von *Bacterium intermedium* dabei nur wenig bis sehr wenig gebildet. Die Umsetzung dieser Zuckerarten und Glucoside findet also in wesentlich anderer Art statt und verdient als wichtiges Unterscheidungsmerkmal hervorgehoben zu werden.

Ungleich stark wirkend, aber dieselben Umsetzungsprodukte erzeugend, greifen *Bacterium mannitopæum* und *Bacterium intermedium* die Äpfelsäure und ihre Salze an, wobei das letztere *Bacterium mannitopæum* bei der Vergärung der Äpfelsäure in der Gärkraft ganz bedeutend übertrifft.

Nur von einem der beiden Bakterien werden angegriffen: Lactose, l-Arabinose und Zitronensäure und zwar Lactose nur von *Bacterium intermedium*, l-Arabinose und Zitronensäure nur von *Bacterium mannitopæum*. Von keinem der beiden Bakterien werden angegriffen: Rhamnose, Glyzerin, Weinsäure, Bernsteinsäure und Milchsäure.

Diese tiefgreifenden Unterschiede berechtigen uns, das *Bacterium intermedium* als neue Art aufzustellen, und zwar haben wir dasselbe als *Bacterium intermedium* bezeichnet, weil es morphologisch und in gewissen chemischen Umsetzungen mit dem *Bacterium mannitopæum* übereinstimmt, andererseits aber mit dem ebenfalls im Wein häufig vorkommenden *Bacterium gracile*, namentlich im Verhalten zur Äpfelsäure und ihren Salzen, eine gewisse Übereinstimmung aufweist.

Übereinstimmend mit *Bacterium gracile* verhält sich das *Bacterium intermedium* gegenüber Lävulose, l-Arabinose, sowie der Äpfelsäure und ihren Salzen.

Wie *Bacterium gracile*, aber nicht in gleicher Weise, zersetzt *Bacterium intermedium* Dextrose, Galactose und  $\alpha$ -Methylglucosid.

Nur von einem der beiden Bakterien werden folgende Substanzen umgesetzt: Saccharose, Lactose, Maltose, Raffinose und Xylose von *Bacterium intermedium*, und Zitronensäure nur von *Bacterium gracile*. Weder von *Bacterium intermedium* noch von *Bacterium gracile* werden angegriffen l-Arabinose, Rhamnose, Glyzerin, Weinsäure, Bernsteinsäure und Milchsäure.

Es bleibt uns noch übrig, das *Bacterium intermedium* mit dem *Bacterium Gayoni* zu vergleichen und darzutun, daß es auch von diesem artlich verschieden ist. Daß *Bacterium Gayoni* von *Bacterium mannitopæum* wesentlich abweicht, haben wir schon in unserer Arbeit über die Bakterien im Wein und Obstwein eingehend nachgewiesen. Das dort Veröffentlichte wird durch die vor-



stehend mitgeteilten Untersuchungen vollkommen bestätigt, die wiederum beweisen, daß die beiden Bakterien sich gegenüber Dextrose, Lävulose, Galactose, Maltose, Raffinose, Xylose und  $\alpha$ -Methylglucosid gleich verhalten. Bei der Umsetzung von Saccharose bildet wohl das *Bacterium mannitopœum*, nicht aber das *Bacterium Gayoni* Mannit. Nur von *Bacterium mannitopœum* werden zer setzt l-Arabinose, die Äpfelsäure und ihre Salze und Zitronensäure, während Lactose nur von *Bacterium Gayoni* angegriffen wird.

Das *Bacterium intermedium* unterscheidet sich auch vom *Bacterium Gayoni* wesentlich.

Übereinstimmend verhalten sich die beiden Bakterien gegenüber Lävulose, Lactose und Xylose.

In ungleicher Weise, d.h. unter Bildung verschiedener Mengen flüchtiger Säure, werden umgesetzt: Dextrose, Galaktose, Saccharose, Maltose, Raffinose und  $\alpha$ -Methylglucosid.

Nur vom *Bacterium intermedium* werden angegriffen die Äpfelsäure und ihre Salze.

Von beiden Bakterien nicht zer setzt werden: l-Arabinose, Rhamnose, Glyzerin, Weinsäure, Zitronensäure, Bernsteinsäure und Milchsäure.

Von dem *Bacterium Gayoni* unterscheidet sich das *Bacterium intermedium* nicht nur ganz wesentlich in den genannten chemischen Umsetzungen, sondern auch in seinem morphologischen Verhalten, indem die Stäbchen von *Bacterium Gayoni* in gleichen Nährmedien durchwegs etwas dünner, die Fäden häufiger septiert sind und in Einzelglieder zerfallen, die Stäbchen und Fäden von *Bacterium intermedium* schärfere Kontouren aufweisen.

Von den 3 beschriebenen, typischen Mannitbakterien, *Bacterium mannitopœum*, *Bacterium Gayoni* und *Bacterium intermedium* haben wir das Auftreten des ersteren in Obstweinen nachgewiesen, und wir dürfen wohl auf Grund unserer Beobachtungen behaupten, daß der Milchsäurestich in Obstweinen, zumal in säurearmen, sehr häufig durch dieses *Bacterium* verursacht wird. Dabei ist nicht ausgeschlossen, daß es auch in säurearmen Traubenweinen, namentlich bei gestörter Alkoholgärung, auftreten und Milchsäurestich, ev. sonstige Änderungen erzeugen kann. Das *Bacterium intermedium* ist aus zwei verschiedenen Rotweinen gewonnen worden. Auch bei unseren Untersuchungen über den Säureabbau in Schweizerweinen haben wir, besonders in Rotweinen, sehr oft nach abgeschlossenem Säurerückgang das Vorkommen von Bakterien in großer Zahl beobachtet, die in ihrer Gestalt an *Bacterium mannitopœum* erinnerten, die wir aber nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse mit mindestens gleicher Berechtigung als zu *Bacterium intermedium* zugehörig betrachten können. Weniger häufig ist uns dieses

*Bacterium* beim Säureabbau in Weißweinen entgegengetreten, wo, wie wir schon früher darlegten, dieser Vorgang in der Regel durch *Bacterium gracile*, gelegentlich auch durch Mikrokokken, vollzogen wird. Das physiologische Verhalten des *Bacterium intermedium* spricht dafür, daß es auch in Obstweinen auftreten kann, und gewisse Beobachtungen weisen sogar auf ein ziemlich häufiges Auftreten hin, indem wir bei Untersuchungen über Milchsäurestich nicht selten neben dieser Krankheit, trotz Abwesenheit von *Bacterium gracile*, einen energischen Säureabbau beobachteten. Nun ist aber zu einem solchen das *Bacterium mannitopæum* weniger befähigt als das *Bacterium intermedium*, und es dürfen daher die in den betreffenden Obstweinen beobachteten dicken Bakterienstäbchen und Fäden mit einer gewissen Berechtigung als *Bacterium intermedium* angesprochen werden. Die bloße mikroskopische Beobachtung kann bei der ziemlich übereinstimmenden Gestalt der hier in Betracht kommenden Bakterien keinen ausschlaggebenden Entscheid schaffen, und es sind daher die chemischen Umsetzungen stets mit zu berücksichtigen. Aber auch diese können bei der Bestimmung der Artzugehörigkeit eines im Wein und Obstwein auftretenden Mannitbakteriums nicht ausschlaggebend sein, sondern nur die Feststellung der Umsetzungen gewisser Substanzen durch die reingezüchteten Organismen.

Das *Bacterium Gayoni* soll besonders in algerischen Weinen vorkommen, woraus natürlich nicht geschlossen werden darf, daß dasselbe nicht auch in anderen Weinen ähnlicher Beschaffenheit und vielleicht auch in Obstweinen auftreten kann. Als Äpfelsäure nicht vergärendes *Bacterium* wird es wohl auf säurearme, zuckerhaltige Weine und Obstweine beschränkt sein. Man wird daher demselben hauptsächlich in südländischen Weinen begegnen.

#### Diagnose von *Bacterium intermedium* und *Bacterium Gayoni*.

*Bacterium intermedium* nov. spec. findet sich in Weinen. Bildet Kurzstäbchen und kürzere oder längere, septierte und unseptierte Fäden. Die Kurzstäbchen sind an den Enden meist abgerundet, 1,2—1,5  $\mu$  lang und 0,8—1,0  $\mu$  dick. Auf dem Hefetrub von Weinen bildet das *Bacterium* oft größere, aus langen Fäden bestehende, von bloßem Auge sichtbare, leicht zerreißende, flockenartige Gebilde. Im Trub selbst treten aus dicht gelagerten, mehr oder weniger verflochtenen, nur schwer zu trennenden Fäden gebildete glattrandige Massen, eine Art Zoogloeen, auf.

Die Oberflächenkolonien (Strichkulturen und Riesenkolonien) erscheinen schneeweiß, am Rande fein gelappt-gefranst, verflüssigen die Gelatine nicht. Die Bakterien nehmen die Gramsche Färbung an, sind fakultativ anaërob, bilden keine Sporen und zeigen keine selbständige Bewegung.

Vergärt Lävulose und Xylose unter Bildung von viel Milchsäure, Essigsäure und Kohlensäure, sodann bei Lävulose von Mannit. Zersetzt ferner

Dextrose, Galaktose, Saccharose, Lactose, Maltose, Raffinose und  $\alpha$ -Methylglucosid, unter Bildung von viel Milchsäure und Kohlensäure, aber nur wenig Essigsäure und Alkohol. Baut die Äpfelsäure und ihre Salze energisch ab, greift dagegen die l-Arabinose, Rhamnose, Glyzerin, Weinsäure, Zitronensäure, Bernsteinsäure und Milchsäure nicht an. Wurde aus einem 1911er Klävner Rotwein vom Ottenberg (Kt. Thurgau) und aus einem Walliser Rotwein (Dôle) von Sitten gezüchtet.

*Bacterium Gayoni* nov. spec. (bisher als ferment mannitique bezeichnet) findet sich in Weinen. Bildet Kurzstäbchen und kürzere oder längere, septierte und nicht septierte Fäden. Die Kurzstäbchen sind meist 1—1,3  $\mu$  lang und ziemlich regelmäßig 0,8  $\mu$  dick. Im Depot von Nährflüssigkeiten und Weinen finden sich außer den Einzelstäbchen noch Massen verfilzter Fäden, aber keine eigentlichen Zoogloen. Die Bakterienkolonien auf Nährgelatine (Strichkulturen und Riesenkolonien) sind zart (weniger dicht als bei *Bacterium mannitopæum* und *Bacterium intermedium*), am Rande gefranst; die Riesenkolonien sind nach langer Wachstumsdauer von einer schleierartigen, breiten Zone umgeben. Die Bakterien verflüssigen die Gelatine nicht, nehmen Gramsche Färbung an, sind fakultativ anaërob, zeigen keine selbständige Bewegung und bilden keine Sporen.

Vergärt Lävulose, Dextrose und Galaktose unter Bildung von viel Milchsäure, Essigsäure und Kohlensäure, sodann bei Lävulose von Mannit, bei den beiden anderen von Äthylalkohol. Vergärt ferner Saccharose, Lactose, Maltose, Raffinose, Xylose und  $\alpha$ -Methylglucosid, dagegen nicht l-Arabinose, Rhamnose und Glyzerin. Baut Äpfelsäure und ihre Salze nicht ab und greift Weinsäure, Zitronensäure, Bernsteinsäure und Milchsäure nicht an. Wurde von Gayon und Dubourg aus einem algerischen Weißwein gezüchtet.

Die beiden neu beschriebenen Arten reihen sich in die von uns schon früher aufgestellte Bestimmungstabelle von Weinbakterien folgendermaßen ein:

#### I. Stäbchen- und Fadenbakterien.

Mannitbakterien, vergären Lävulose unter Bildung von Mannit, Milchsäure, Essigsäure und Kohlensäure.

A. 0,7—1,3  $\mu$  Dicke, zersetzen energisch Xylose.

a) Zersetzt l-Arabinose, geringe Mengen von Zitronensäure, nicht aber Milchsäure. *Bacterium mannitopæum* Müller-Thurgau.

b) Zersetzen Milchsäure, nicht aber l-Arabinose und Zitronensäure.

a) Zersetzt Dextrose unter Bildung von viel Essigsäure, greift Äpfelsäure nicht an. *Bacterium Gayoni* Müller-Thurgau und Osterwalder.

$\beta$ ) Zersetzt Dextrose unter Bildung geringer Mengen von Essigsäure, baut kräftig Äpfelsäure ab unter Bildung von Milchsäure und Kohlensäure. *Bact. intermedium* Müller-Thurgau und Osterwalder.

B. 0,4—0,6  $\mu$  Dicke, greift Xylose nicht an, baut energisch Äpfelsäure ab unter Bildung von Milchsäure und Kohlensäure.

*Bact. gracile* Müller-Thurgau.

#### II. Kokken, Diplokokken und Tetraden.

Zerlegen Äpfelsäure in Milchsäure und Kohlensäure.

A. Vergären Dextrose und Lävulose unter Bildung von Milchsäure und sehr wenig Essigsäure.

a) 0,5—0,7  $\mu$  Dicke, greift Amygdalin nicht an, dagegen Maltose und Milchsäure. *Micr. acidovorax* Müller-Thurgau und Osterwalder.

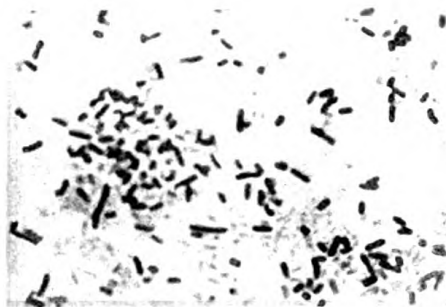
b) 0,7—1,5  $\mu$  Dicke, greift Amygdalin energisch an, dagegen nicht Maltose und Milchsäure.

*Micr. variococcus* Müller-Thurgau und Osterwalder.

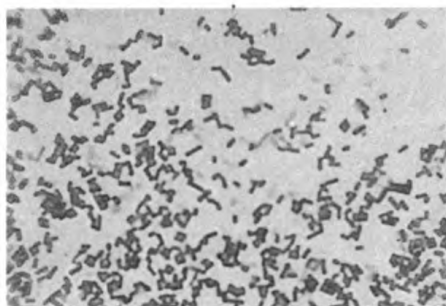




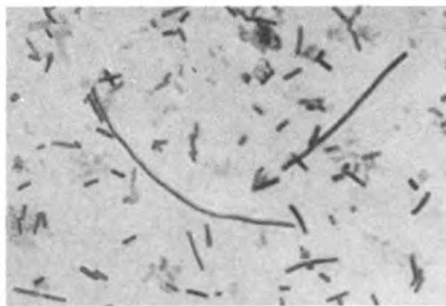
1



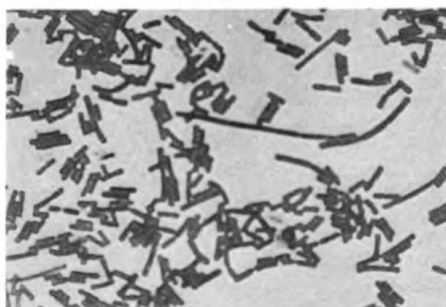
2



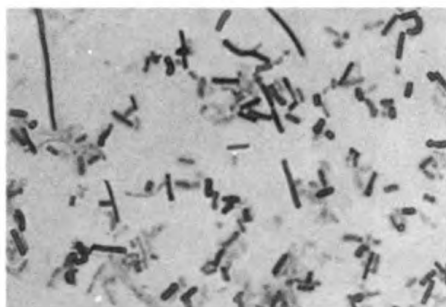
3



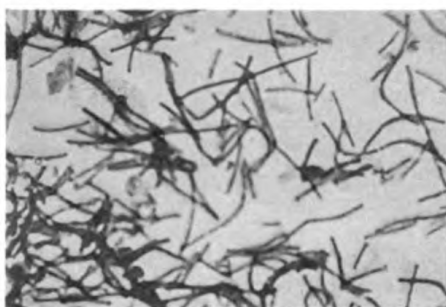
4



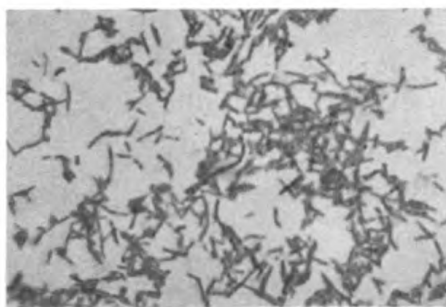
5



6



7



8



9



10



11

J. B. Obernetter, München

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

B. Vergärt Dextrose unter Bildung von flüchtiger Säure, nicht aber von Milchsäure, greift Lävulose nicht an.  
1,0  $\mu$  Dicke<sup>1)</sup>. Mier. malolacticus Seifert.

Während wir beim *Bacterium gracile*, von dem wir 15 aus verschiedenen Weiß- und Rotweinen reingezüchtete Stämme in Nährlösungen mit verschiedenen chemischen Verbindungen sowie in sterilisierten Weinen und Säften prüften, nur Unterschiede fanden, die zur Aufstellung von Rassen, nicht aber von neuen Arten berechtigten, haben sich bei den dickeren Mannitbakterien bis jetzt schon 3 verschiedene, deutlich unterscheidbare Arten aufstellen lassen, und weitere Beobachtungen berechtigen uns zu der Annahme, daß damit die Zahl der in unseren Weinen und Obstweinen vorkommenden Arten noch nicht erschöpft ist. Je mehr sich aber herausstellt, daß verschiedene dieser Weinbakterien übereinstimmende oder ähnliche Gestalt und Größe aufweisen, um so schärfer tritt, wie wir schon früher darlegten, hervor, daß es unmöglich ist, die in einem Wein oder Weintrub befindlichen Bakterien einfach nach dem mikroskopischen Befund sicher zu bestimmen, daß dazu vielmehr Feststellungen, wie sie vorliegende Tabelle andeutet, unbedingt erforderlich sind.

**Tafel-Erklärung.**

(Fig. 1—8 tausendfache Vergrößerung, Fig. 9—11 natürliche Größe.)

Fig. 1.	<i>Bacterium mannitopæum</i>	} Reinkulturen aus demselben Weißwein
Fig. 3.	„ <i>Gayoni</i>	
Fig. 5.	„ <i>intermedium</i>	
Fig. 8.	„ <i>gracile</i>	
Fig. 2.	<i>Bacterium mannitopæum</i>	} Aus Strichkulturen auf derselben Nährgelatine
Fig. 4.	„ <i>Gayoni</i>	
Fig. 6.	„ <i>intermedium</i>	
Fig. 7.	<i>Bacterium intermedium</i> ,	} Reinkultur aus einem Rotwein Oberflächenkulturen (Riesenkolonien) auf derselben Nährgelatine
Fig. 9.	<i>Bacterium mannitopæum</i>	
Fig. 10.	„ <i>Gayoni</i>	
Fig. 11.	„ <i>intermedium</i>	

Wädenswil, Dezember 1916.

*Nachdruck verboten.*

## Noch einige Mitteilungen über das Vorkommen von lebens- und vermehrungsfähigen Zellen in alten Kulturen von Sproßpilzen.

[Mitteilungen der Wissenschaftlichen Station für Brauerei in München.]

Von H. Will.

Im folgenden soll als Nachtrag zu meinen früheren Mitteilungen<sup>2)</sup> zur Frage des Vorkommens von lebens- und vermehrungsfähigen Zellen in alten Kulturen in der Hauptsache kurz über einige Versuchsergebnisse mit Kul-

<sup>1)</sup> Nach Seifert, W., Über die Säureabnahme im Wein und den dabei sich vollziehenden Gärungsprozeß (Mitt. aus dem gärungsphysiol. Laborat. Klosterneuburg 1901).

<sup>2)</sup> Will, H., Beobachtungen an Hefenkonserven in 10proz. Rohrzuckerlösung. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 24. 1909. p. 405.)

Will, H., Beobachtungen über die Lebensdauer von Hefe in Gelatinekulturen. (Ebenda. Bd. 31. 1911. p. 436.)

Will, H., Beobachtungen über das Vorkommen lebens- und vermehrungsfähiger

turen von *Torulaceen* in 10 Proz. Saccharoselösung Bericht erstattet werden. Außerdem sind Beobachtungen von einigen sehr alten Würzekulturen angefügt.

Bei den Beobachtungen über die Lebensdauer von Hefe (*Saccharomyceten*) und anderen Sproßpilzen in alten Kulturen waren bisher fast ausschließlich ober- oder untergärrige Bierhefen, Weinhefen und andere wilde Hefen von verschiedenem Charakter und verschiedenen Lebensbedürfnissen (z. B. *Willia anomala* mit Oberflächenvegetation) in Betracht gezogen worden.

Von den Arten und Varietäten der Gattung *Mycoderma* liegen bis jetzt nur Erfahrungen mit *Mycoderma decolorans* Will<sup>1)</sup> vor.

Die Beobachtungen an *Torulaceen* beschränkten sich auf eine *Apiculatus*-Art, die früher die vorläufige Bezeichnung Nr. 4 trug<sup>2)</sup>. Die *Apiculatus*-Arten ohne Sporenbildung gliedere ich jetzt nach meinen umfassenden Studien an *Torulaceen* dieser Familie an<sup>3)</sup> und ordne sie der neu aufgestellten Gattung *Eutorula* unter. *Apiculatus* No. 4 hat den Namen *Eutorula vini* Will erhalten.

Der Einwand, daß aus dem Verhalten der *Saccharomyceten* in 10 proz. Saccharoselösung, in Gelatinekulturen und in Bierwürze auf das Verhalten der *Torulaceen* in diesen Kulturböden im allgemeinen geschlossen werden darf, ist nicht ganz unberechtigt. Immerhin besitzen die *Torulaceen* manche Eigenart, so daß die gleiche Widerstandsfähigkeit wie bei den *Saccharomyceten* nicht ohne weiteres mit Sicherheit gefolgert werden durfte.

Schon Hansen und Holm haben die Beobachtung mitgeteilt, daß die Widerstandsfähigkeit verschiedener Arten von Hefe in Rohrzuckerlösung verhältnismäßig gering ist; wir können sie nach unseren Erfahrungen bestätigen. Auch die Lebensdauer der Zellen der nämlichen Art in gleichzeitig angefertigten und unter den gleichen Bedingungen gehaltenen Konserven weist zuweilen große Unterschiede auf.

Auch in alten Gelatinekulturen erwiesen sich die Hefen in verschiedenem Grade widerstandsfähig.

Die in diesen Fällen gemachte Beobachtung, daß die Empfindlichkeit der Hefen gegen äußere Einflüsse verschieden ist, hat sich auch bei anderen Versuchen für die *Saccharomyceten* und *Torulaceen* bestätigt.

Über die Faktoren, welche auf die Lebensdauer der Hefenkonserven in 10 proz. Rohrzuckerlösung von maßgebendem Einfluß sind, habe ich mich wiederholt ausgesprochen<sup>4)</sup>. Eine Hauptbedingung für eine auf längere Zeit berechnete Aufbewahrung ist, daß die Verdunstung der Zuckerlösung auf das geringste Maß beschränkt wird. Ferner ist für die Erhaltung der Kulturen

Zellen in sehr alten Würzekulturen von untergärriger Bierhefe. (Ebenda. Bd. 44. 1915. p. 58.)

<sup>1)</sup> Will, H. u. Leberle, Hans, Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Mycoderma*. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 28. 1910. p. 1.)

<sup>2)</sup> Will, H., Vergleichende morphologische und physiologische Untersuchungen an vier Kulturen der Gattung *Pseudosaccharomyces* Klöcker (*Saccharomyces apiculatus* Reeb). (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 44. 1915. p. 225.)

<sup>3)</sup> Will, H., Beiträge zur Kenntnis der Sproßpilze ohne Sporenbildung, welche in Brauereibetrieben und in deren Umgebung vorkommen. VI. (Schluß-) Mitteilung. *Torulaceen*, *Pseudomycoderma vini*. (Ebenda. Bd. 46. 1916. p. 247.)

<sup>4)</sup> Will, H., Anleitung zur biologischen Untersuchung und Begutachtung von Bierwürze, Bierhefe, Bier usw. München u. Berlin (R. Oldenbourg) 1909. p. 389.

Will, H., Beobachtungen an Hefenkonserven in 10proz. Rohrzuckerlösung. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 24. 1909. p. 405.)



neben einer gut ernährten Einsaat in die Zuckerlösung auch die Menge jener von Bedeutung.

Veranlassung zu besonderen Versuchen mit Torulaceen war durch die wiederholte, gelegentlich gemachte Beobachtung gegeben, daß Rohkulturen (von Plattenkulturen in Bierwürze abgeimpft) noch unbekannte *Torula*-Arten, wenn sie in 10 proz. Rohrzuckerlösung bei Zimmertemperatur aufbewahrt worden waren, nach  $\frac{1}{2}$  Jahr bei der Abimpfung in gehopfte Bierwürze nicht mehr angingen. Dieses Verhalten widersprach allen unseren Erfahrungen mit *Saccharomyceten*, bei welchen wir meist mit einer mehrjährigen, vielfach mit einer sehr langen Lebensdauer rechnen dürfen.

Über den Wert und die Bedeutung von Untersuchungen über die Lebensdauer von Kulturen habe ich mich wiederholt geäußert. Es sei nur darauf hingewiesen, daß wir trotz des Mangels an geschulten Arbeitskräften während des gegenwärtigen Krieges mit ziemlich großer Sicherheit auf den Fortbestand unserer in jahrzehntelanger, mühsamer Arbeit erworbenen und erhaltenen Sammlung von Reinkulturen rechnen können.

Die mitgeteilten Untersuchungen geben gleichzeitig einen weiteren kleinen Beitrag zur Biologie der Torulaceen, die ich in jahrelanger Arbeit umfassend studiert habe, um Merkmale zur Charakterisierung der Familie der Torulaceen, ihrer Untergruppen und Gattungen zu gewinnen.

Zur Prüfung in einem planmäßig durchgeführten Versuch wurden die folgenden von mir beschriebenen und benannten Arten bzw. Varietäten der Familie der Torulaceen<sup>1)</sup> verwendet; *Eutorula* var. a-d, *Eutorula ellipsoidea*, *Torula gelatinosa* und *coriicolor*, *Mycotorula craterica* var. a-c, *Mycotorula radioplicata* var. a-c. Die nicht zu den Torulaceen gehörige Art *Pseudomycoderma vini*, welche ich gleichzeitig mit den Torulaceen studiert habe, befand sich ebenfalls in der Versuchsreihe.

Der Plan des Versuches war, die angefertigten Saccharosekonserven in kürzeren Zwischenräumen auf lebensfähige Zellen zu untersuchen. Er wurde in der Weise durchgeführt, daß die genannten Arten bzw. Varietäten in Bierwürze von 11,5 Proz. B. eingeimpft und, nachdem sie sich bei Zimmertemperatur gut entwickelt hatten, in 10 proz. Rohrzuckerlösung übergeführt wurden, die sich in Mengen von 10 ccm in *Hansen*-Kölbchen befand. Die Höhe der Lösung betrug durchschnittlich 2 cm. Die Kappen der Kölbchen waren wie gewöhnlich mit Watte gut ausgestopft: der Asbestpfropfen im Impfrohr und die Kappe wurden mit Siegellack abgedichtet.

Die mikroskopische Untersuchung lieferte den Beweis, daß sich die eingeimpften Kulturen in kräftigem Zustande befanden.

Bei der Überführung der Kulturen in die Saccharoselösung wurde bei den mit einer Oberflächenvegetation wachsenden Organismen (und das ist die Mehrzahl der geprüften) in geeigneter Weise die Würze so ausgegossen, daß die Hauptmenge jener im *Pasteur*-Kölbchen zurückblieb. Mit einem minimalen Rest der Würze wurde dann aufgeschüttelt und in ihr die Oberflächenvegetation nach Möglichkeit verteilt. Von dieser Mischung wurden 2, bei dünnflüssigerer Beschaffenheit (geringerer Gehalt an Zellen) 3 Tropfen in die Zuckerlösung gegeben. Im übrigen wurde von den Absätzen die Würze durch

<sup>1)</sup> Will, H., Beiträge zur Kenntnis der Sproßpilze ohne Sporenbildung, welche in Brauereibetrieben und in deren Umgebung vorkommen. VI. (Schluß-) Mitteilung. Torulaceen. *Pseudomycoderma vini*. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 46. p. 247.)

Abgießen möglichst entfernt und dann wie bei den Organismen mit Oberflächenvegetation verfahren.

Von jedem Organismus wurden im Januar 1911 2 Konserven angefertigt und diese in einem geschlossenen Schrank bei den übrigen im Laboratorium aufgestellt.

Beachtenswert ist, daß schon nach 6 Tagen, trotz der geringen Aussaat und möglicher Vermeidung einer Beimengung von Würze zu der 10 proz. Zuckerlösung teilweise eine starke Vermehrung der Organismen stattgefunden hatte, die in der Stärke des Absatzes und in Bildung einer Oberflächenvegetation hervortrat.

Die Prüfung der Saccharosekonserven auf lebens- und vermehrungsfähige Zellen geschah während 2½ Jahre in Zwischenräumen von je ½ Jahr: sie wurde zunächst an der einen der beiden Kulturen durchgeführt.

Die Flüssigkeit verdunstete, wie schon früher dargelegt, in verschiedenem Grade. Durch das wiederholte Öffnen der einen Kultur und die öftere Probenentnahme ging die Flüssigkeitsmenge noch rascher als in der zweiten Reihe der Konserven zurück.

Nach dem ersten Halbjahr fanden sich in den Kulturen sehr starke Absätze und Oberflächenvegetationen vor.

Bei der Prüfung auf lebens- und vermehrungsfähige Zellen wurde in der Weise verfahren, daß nach Aufschütteln von den Konserven einige Tropfen in sterile Würze (in Pasteur-Kölbchen) durch das Impfrohr übergeführt wurden. Nach der Abimpfung wurde das Impfrohr wieder geschlossen und abgedichtet, und die Kultur auf ihren früheren Platz gebracht.

Die Kulturkölbchen mit eingetrocknetem Inhalt verband man zunächst mit einem Pasteur-Kölbchen und füllte dann einige Tropfen Würze von diesem in jenes ab. Beide Kölbchen blieben in Verbindung. Nach 24 Stunden wurde die Würze mit dem aufgeweichten Rückstand in das Pasteur-Kölbchen übergeführt.

Während bei den drei ersten Prüfungen, also nach 1½ Jahren die eine zunächst geprüfte Reihe der Konserven aller Organismen noch lebensfähige Zellen enthielt, traf dies nach 2 Jahren nicht mehr zu.

Die in den bisher zur Prüfung benutzten Hansen-Kölbchen befindliche Flüssigkeitsmenge bewegte sich nur mehr in einer Höhe zwischen 0,2 und 1,0 cm. *Eutorula vulgaris* var. a, *Mycotorula radioplicata* var. a und b waren eingetrocknet, die Konserven von *Eutorula vulgaris* var. b und *Eutorula ellipsoidea* mit Schimmel verunreinigt. *Eutorula ellipsoidea* ging trotzdem, in Würze übergeimpft, wiederum an, ebenso die eingetrocknete Kultur von *Mycotorula radioplicata* var. a, während alle Zellen von *Mycotorula radioplicata* var. b und von *Eutorula vulgaris* var. a in den bisher benützten Saccharosekulturen abgestorben waren. In dem zweiten, bisher noch nicht geöffneten Kölbchen waren noch lebens- und vermehrungsfähige Zellen vorhanden. Damit war wieder bewiesen, daß, sobald nur die Verdunstung der Zuckerlösung möglichst eingeschränkt wird, unter sonst günstigen Bedingungen der Bestand von Saccharosekonserven gesichert ist.

Die erste Reihe der Saccharosekonserven war mit diesem Versuch aufgebraucht worden. Die weitere Beobachtung wurde an der zweiten Reihe fortgesetzt. Nach 2½ Jahren wurde diese in der gleichen Weise wie bisher geprüft.

Die Höhe der in den Hansen-Kölbchen enthaltenen Zuckerlösung schwankte zwischen 1 und 2,5 cm. Nahezu die Hälfte der Kölbchen zeigte eine Flüssigkeitshöhe von 1,5 cm.

Alle Konserven enthielten noch lebens- und vermehrungsfähige Zellen.

Jedenfalls war damit der weitere Beweis erbracht worden, daß die Torulaceen und auch *Pseudomycoderma vini* ebenso wie Kultur- und wilde Hefen mehrere Jahre in 10 proz. Saccharoselösung am Leben bleiben können. Wenn mit einigen anderen, als den planmäßig geprüften die entgegengesetzte Erfahrung gemacht wurde, so ist nicht mehr festzustellen, worin die geringere Widerstandsfähigkeit begründet war.

Die noch vorhandenen Konserven sollten nach Ablauf eines weiteren Halbjahres wieder geprüft werden, waren aber nach Ausbruch des Krieges vergessen worden; sie hatten jedoch ihren früheren Platz behalten. Erst im Jahre 1915 kamen sie mir wieder in Erinnerung, und ich unterzog sie im Januar dieses Jahres einer letzten Prüfung in der gleichen Weise wie früher.

Die Konserven von *Eutorula vulgaris* var. a und d, *Mycotorula craterica* var. a und c, *Mycotorula radioplicata* var. a und c waren eingetrocknet, die geringe Flüssigkeitsmenge der Konserve von *Torula coriicolor* zähflüssig. Die Kultur von *Eutorula vulgaris* var. a war außerdem mit Schimmel verunreinigt.

Bei den übrigen Konserven bewegte sich der Stand der Flüssigkeit zwischen 3 und 15 mm. Die Verdunstung war also sehr verschieden und teilweise sehr weit vorgeschritten.

Zur Prüfung der Kulturen, welche noch Flüssigkeit enthielten, wurde der ganze Inhalt der Hansen-Kölbchen verwendet. Die eingetrockneten Konserven wurden, wie früher angegeben, behandelt.

Innerhalb 2—8 Tagen gingen bei Zimmertemperatur in der geimpften Würze folgende Organismen wieder an: *Eutorula vulgaris* var. b, c, und d, *Eutorula ellipsoidea*, *Torula coriicolor*, *Mycotorula craterica* var. b, *Mycotorula radioplicata* var. b, *Pseudomycoderma vini*. Von den eingetrockneten 6 Konserven enthielt also nur mehr diejenige von *Eutorula vulgaris* var. d lebens- und vermehrungsfähige Zellen. Von den Konserven, welche noch Flüssigkeit enthalten hatten, ging nur *Torula gelatinosa* nicht mehr an. Das beweist, daß auch die Widerstandsfähigkeit der Torulaceen in Saccharoselösung verschieden ist. Immerhin darf man, wenigstens nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen, durchschnittlich mit einer größeren Widerstandsfähigkeit rechnen. Von der Gesamtzahl der geprüften Organismen enthielt mehr als die Hälfte nach 4 Jahren noch lebens- und vermehrungsfähige Zellen. Die möglichst lange Lebensdauer wird auch in diesem Falle gesichert sein, wenn die Verdunstung durch geeignete Maßnahmen soweit als möglich verzögert wird. Dazu trägt nach meinen Beobachtungen<sup>1)</sup> die Verwendung von Jörgensen-Kölbchen wesentlich bei.

Die bei der vorliegenden Versuchsanstellung beobachtete Zeitdauer bis zum völligen Eintrocknen der Kulturen stimmt mit den Erfahrungen überein,

<sup>1)</sup> Will, H., Beobachtungen an Hefenkonserven in 10proz. Rohrzuckerlösung. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 24. 1909. p. 405.)

welche früher gemacht wurden<sup>1)</sup>. Die Mehrzahl der früher beobachteten Hefenkonservern in 10 proz. Saccharoselösung war nach 4—5 Jahren eingetrocknet.

Über sehr lange Zeit hindurch ausgedehnte Beobachtungen an Kulturen der im vorliegenden Versuch geprüften Torulaceen in gehopfter Würze, wie sie an untergärigen Bierhefen<sup>2)</sup> durchgeführt wurden, verfüge ich zur Zeit noch nicht, jedoch steht fest, daß der Bestand der Organismen in 4—5 Jahre alten Kulturen mit 11—12 proz. Würze gesichert ist.

Angefügt seien noch einige Beobachtungen über die Gegenwart von lebens- und vermehrungsfähigen Zellen in alten Kulturen der vier von O. Schimon<sup>3)</sup> in unserem Laboratorium untersuchten Organismen. Unter diesen befinden sich zwei Torulaceen, *Eutorula rubra* Will und *Eutorula sanguinea* Will<sup>4)</sup>, ferner *Cephalosporium rubescens* Schimon und ein vorläufig als Form 3 bezeichneter Organismus, dessen systematische Stellung noch nicht geklärt ist.

Von den 4 genannten Organismen fanden sich bei der Durchsicht unserer Sammlung Kulturen in 10 proz. Saccharoselösung vor, die im Jahre 1912 angefertigt worden waren und ein Alter von nahezu 4 Jahren erreicht hatten. Sie hatten während dieser Zeit bei den übrigen Reinkulturen unserer Sammlung gestanden. Von jedem der Organismen waren 3 Kulturen vorhanden. Die Zuckerlösung war auch in diesem Falle zum Teil sehr weit verdunstet, zum Teil völlig eingetrocknet, so daß daran gedacht werden mußte, die Kulturen zu erneuern. Zuvor sollten jedoch die alten Kulturen auf die Gegenwart von lebens- und vermehrungsfähigen Zellen geprüft werden.

Bemerkt sei zunächst folgendes: Bei *Eutorula rubra* und *sanguinea* befand sich in der Kultur, in welcher die Flüssigkeit am wenigsten verdunstet war, eine starke, fest zusammenhängende, anscheinend schleimige Haut, die jedoch bei Bewegung der Kultur geschlossen zu Boden sank. Hautbildung war auch in den stärker verdunsteten Kulturen zu erkennen. Die Flüssigkeit war bei *Eutorula sanguinea* rötlich, bei *Eutorula rubra* gelblich gefärbt. Gelbliche Färbung besaßen auch in allen Fällen die Hautbildungen und die Absätze.

Bei Form 3 erschien die Flüssigkeit klar, kaum gefärbt, der lockere, flockige Absatz dagegen rötlich-braun.

In zwei der Konserven von *Cephalosporium rubescens* war der dickliche, fast feste Inhalt deutlich rot gefärbt, und zwar schien die Färbung mehr an den Pilz, der sich hauptsächlich in Form einer anscheinend schleimigen Haut entwickelt hatte, als an die Flüssigkeit gebunden zu sein. Die dritte Konserve, deren Inhalt dickschleimig, nicht mehr fließend war, besaß nur gelbliche Färbung.

Die Prüfung auf lebens- und vermehrungsfähige Zellen, welche, wie früher angegeben, durchgeführt wurde, ergab, daß sämtliche Kulturen, in Würze übergeimpft, nach kürzerer oder längerer Zeit hier eine Vegetation hervorriefen die mit der wohlbekannten der eingeimpften Organismen übereinstimmte.

<sup>1)</sup> Ebenda.

<sup>2)</sup> Will, H., Beobachtungen über das Vorkommen lebens- und vermehrungsfähiger Zellen in sehr alten Würzekulturen von untergäriger Bierhefe. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 44. 1915. p. 58.)

<sup>3)</sup> Will, H., u. Schimon, O., Beiträge zur Kenntnis rot gefärbter niederer Pilze. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 35. 1912. p. 81.)

<sup>4)</sup> Will, H., Beiträge zur Kenntnis der Sproßpilze ohne Sporenbildung usw. VI. (Schluß-) Mitteilung. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 49. 1916. p. 245.)

Es kann also auch bei den vorliegenden Organismen mit einer 3—4 jährigen Lebensdauer in 10 Proz. Saccharoselösung gerechnet werden.

Von den vier Organismen war im Jahre 1906 je eine Kultur in Würze von 11,5 Proz. B., die sich in  $\frac{1}{1}$  l. Pasteur-Kolben befand, in einem Kellerraum mit einer durchschnittlichen Temperatur von 16° C. zurückgestellt worden. Die Kulturen wurden gleichzeitig mit denjenigen in Saccharoselösung nach 10 Jahren und 9 Monaten auf lebens- und vermehrungsfähige Zellen geprüft.

Die Würzekultur von *Eutorula rubra* war mit Schimmel verunreinigt, der sich schwach auf der Flüssigkeitsoberfläche entwickelt hatte. Im übrigen war die Flüssigkeit von einer rotbraunen, schleimigen Masse durchsetzt; starke Ringbildung. Das gleiche Aussehen hatte die Würze der Kultur von *Eutorula sanguinea*. Hautbildung fehlte, und der Ring war nur sehr schwach. Dagegen hatte sich eine Haut bei Form 3 entwickelt, war jedoch zum größten Teile zu Boden gesunken, wodurch der Absatz bedeutend verstärkt worden war. Bei *Cephalosporium rubescens* fand sich ein starker, lockerer Absatz vor; Hautbildung war nicht vorhanden.

Unter den früher angegebenen Vorsichtsmaßregeln<sup>1)</sup> den alten Würzekulturen entnommene Proben, erzeugten, mit Ausnahme derjenigen von *Eutorula rubra*, nach wenigen Tagen eine reiche, neue Vegetation der eingepflichten Organismen, die späterhin die bekannten charakteristischen Erscheinungen in den Kulturen aufwiesen.

Obwohl die Schimmelbildung in der Kultur von *Eutorula rubra* nur gering war, hatte sie doch alle Zellen dieses Organismus abgetötet. Die reingeblichen Kulturen sind zur weiteren Beobachtung wieder an den gleichen Ort zurückgestellt worden.

München, April 1917.

Nachdruck verboten.

## Die Bakterien der Fleischkonserven-Bombage.

Von Professor Dr. Alexander Kossowicz, Wien.

Serger<sup>2)</sup> hat im Jahre 1913 den *Bacillus subtilis* als Bombageerreger von Schinkenkonserven angesprochen. Im Jahre 1915 wurden von Serger<sup>3)</sup> die Bakterien: *Streptococcus pyogenes*, *Micrococcus pyogenes aureus*, *Bacterium vulgare*, *Bacillus anthracis*, *Bacillus mesentericus*, *Bacterium coli* und *Streptococcus erysipelatus* als Fleischkonservenverderber angeführt und die schwefelwasserstoffbildenden dieser Bakterien, das sind nach Serger alle angeführten, außer *Bac-*

<sup>1)</sup> Will, H., Beobachtungen über das Vorkommen lebens- und vermehrungsfähiger Zellen in sehr alten Würzekulturen von untergäriger Bierhefe. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 44. 1915. p. 58.)

<sup>2)</sup> Serger, Sonderabdr. a. d. „Konserven-Zeitg.“ 1913. No. 15—20.

<sup>3)</sup> Serger, Sonderabdr. „Die Konserven-Industr.“ 1915. (Jahresber. 1914 d. Laborat. d. Versuchsstat. f. d. Konservenind. Braunschweig (Dr. Serger u. Hempel. p. 8 u. 9.)

*terium coli*, für die Bombage der Fleischkonserven verantwortlich gemacht.

Das *Bacterium vulgare* (*Proteus vulgaris*) habe ich schon einige Jahre vor Erscheinen der Publikation Serger's als Erreger der Bombage<sup>1)</sup> von Fleischkonserven, d. h. von tiefgreifenden Fleischzersetzungen unter kräftiger Geruch- und Gasbildung, verbunden mit Auftreibung der Konservendeckel, mit Sicherheit experimentell feststellen können. Später von mir<sup>2)</sup> und von mir<sup>3)</sup> gemeinsam mit Nassau durchgeführte, sehr eingehende Untersuchungen, die im engen Anschlusse an große Konservenfabriken ausgeführt wurden, haben ergeben, daß als die wichtigsten Bombageerreger von Fleischkonserven die Bakterien: *Bacterium vulgare* = *Proteus vulgaris*, *Bacillus putrificus* und gelegentlich auch Buttersäurebakterien (so bei Fleischgemüsekonserven), meist in Kombination mit den 2 erst genannten Fäulnisregnern anzusehen sind.

Aus den in den Fußnoten zitierten Literaturangaben Serger's ist nicht zu ersehen, in welcher Weise die Züchtung und Identifizierung der von ihm angeführten Bakterien erfolgt ist, und insbesondere auch nicht ersichtlich, ob auch eine anaerobe Züchtung in Anwendung kam: Die Angaben Serger's machten auf mich den Eindruck, als ob sich gerade die wirklichen Bombageerreger der Fleischkonserven der Untersuchung durch Serger entzogen hätten. Die Verbindung der bakteriologischen Untersuchung mit der Gasanalyse durch Serger lassen es nicht ganz unmöglich erscheinen, daß Begleitorganismen oder Fremdinfectionen an Stelle der wirklichen Bombageerreger der durch Serger untersuchten Fleischkonserven isoliert und identifiziert wurden. Vor allem erschien es mir sehr unwahrscheinlich, daß so ausgesprochen luftliebende Bakterien, wie *Bacillus subtilis* oder *Bacillus mesentericus*, unter so streng anaeroben Verhältnissen, wie sie bombierende Fleischkonserven gewöhnlich bieten, überhaupt eine kräftige Vermehrung und Gasbildung zeigen könnten. Für eine derartige Fleischzersetzung käme aber wohl der anaerobe *Bacillus anthracis*, auch schon mit Rücksicht auf die interessanten Befunde Bienstock's<sup>4)</sup> in Betracht; doch dürfte es sich wohl auch hier höchstwahrscheinlich eher um morphologisch und durch ihr Wachstum auf Nährböden ähnlich erscheinende, harmlosere Bakterien gehandelt haben. Diese Überlegungen, gestützt auf langjährige bakteriologische Untersuchungen und Erfahrungen über die Bombage von Fleischkonserven haben mich nun veranlaßt, die Angaben von Serger einer direkten experimentellen Nachprüfung zu unterziehen. Von dieser Überprüfung wurde mit Rücksicht auf seine Pathogenität der *Bacillus anthracis* ausgeschlossen.

Der Versuch wurde in folgender Weise durchgeführt: 45 Fleischkonserven (Rindsgullaschkonserven) von 250 ccm Inhalt, die mit je 160 g

<sup>1)</sup> Kossowicz, „Einführung in die Mykologie der Nahrungsmittelgewerbe“, Berlin 1911. p. 81 u. 82; Kossowicz, Lehrbuch der Chemie, Bakteriologie und Technologie der Nahrungs- und Genußmittel. Berlin 1914. p. 24; Zeitschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. Bd. 27. 1916. p. 49.

<sup>2)</sup> Kossowicz, Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmitt. 1. u. 2. Mitt. Bd. 33. 1917. p. 69 u. 214; Zeitschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. Bd. 27. 1916. p. 49; Chemiker-Zeitg. Bd. 41. 1917. p. 211.

<sup>3)</sup> Kossowicz u. Nassau, Wien. tierärztl. Monatsschr. Bd. 3. 1916. 1. u. 2. Mitt. p. 81 u. 225.

<sup>4)</sup> Bienstock, Arch. f. Hyg. Bd. 36. 1899. p. 355.

Rindfleisch und der entsprechenden Menge von Gulaschsaft gefüllt und nach Auffalzen des Deckels, im Autoklaven bei einem Überdruck von 1 Atmosphäre, entsprechend ca. 120° C., durch eine Stunde sterilisiert worden waren, davon 45 Minuten unter vollem Druck, blieben zunächst durch 4 Wochen bei Zimmertemperatur zur Beobachtung stehen. Als nun nach dieser Zeit keine Veränderung der Konservenbüchsen zu bemerken war, wurden die Büchsen äußerlich mit Alkohol und Äther gewaschen, abflambiert, dann wurde der Deckel jeder Büchse mit einer sterilen Feile durchstoßen, die entsprechende Bakterienart mit Hilfe einer großen Platinöse in das Innere der Konserve eingeführt und gleich darauf die Öffnung durch heißes Lötmetall (Legierung von Zinn und Blei) verschlossen. 5 Kontrollbüchsen, hatten keine Bakterienimpfung erhalten. Und zwar wurden zu je 5 Büchsen mit den nachfolgenden Bakterien beimpft: *Bacterium vulgare*, *Bacillus putrificus*, *Bacterium coli*, *Streptococcus pyogenes*, *Micrococcus pyogenes*  $\alpha$  *aureus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus mesentericus vulgatus* und *Streptococcus erisypelatus*. Diese Fleischkonserven blieben nach der Impfung mit den Bakterien, ebenso wie die 5 Kontrollbüchsen, zunächst 20 Tage bei Zimmertemperatur stehen, kamen dann in einen Thermostaten, wo sie durch 8 Tage bei 37° C. gehalten wurden und blieben dann durch weitere 14 Tage bei Zimmertemperatur in Beobachtung. Das nun erhaltene Resultat entsprach durchaus meinen theoretischen Erwägungen: deutliche Bombage, weitgehende Fleischfäulnis und unangenehmer Geruch zeigten die fünf Büchsen, die mit *Bacillus putrificus* und die fünf Büchsen, die mit *Proteus vulgaris* (*Bacterium vulgare*) beimpft worden waren, eine schwache Auftreibung der Deckel, verbunden mit einem säuerlichen Geruch des Inhalts, war bei 3 Büchsen von den 5 mit *Bacterium coli* beimpften Konserven bemerkbar; die zwei anderen mit *Bacterium coli* beimpften Konserven zeigten keine deutliche Deckelauf-treibung, wohl aber einen säuerlichen Geruch des Konserveninhalts; alle anderen Konserven hatten keine Bombage aufzuweisen.

Außer *Bacterium vulgare*, der von mir schon früher als Bombageerreger der Fleischkonserven erkannt worden war und abgesehen von dem *Bacillus anthracis*, den ich absichtlich von meinen Untersuchungen ausgeschlossen hatte, war also keine der von Serger angeführten Bakterien imstande, eine Bombage der Fleischkonserven hervorzurufen; hingegen zeigte sich aber auch in dem hier angeführten Versuch der *Bacillus putrificus*<sup>1)</sup> als kräftiger Bombageerreger von Fleischkonserven.

<sup>1)</sup> Der von mir und von mir und Nassau aus zahlreichen Fleischkonserven isolierte *Bacillus putrificus* scheint darin in mehreren Formen aufzutreten, die morphologische und physiologische Abweichungen zeigen. So bemerkt man gelegentlich der Sporenbildung neben trommelschlegelförmigen Formen auch solche, bei denen die Spore mehr gegen die Mitte gerückt erscheint, die also an Clostridienformen erinnern, und endlich auch charakteristisch löffelförmige Formen; auch die Größenverhältnisse zeigen oft bedeutende Schwankungen (in Länge und Breite der vegetativen Formen).

## Beitrag zur Untersuchung über die *Zoogloea ramigera* (Itzigsohn) auf Grund von Reinkulturen.

[Originalarbeit, ausgeführt im Gärungsphysiologischen Laboratorium der österr. Versuchsstation und Akademie für Brau- und Malzindustrie in Wien.]

Von agr. Ing. Dr. Max Blösch.

Im Jahre 1867 wurde die *Zoogloea ramigera* (Itzigs.) von Itzigsohn entdeckt und abgebildet (1). Obwohl sie nun seither in der einschlägigen Literatur wiederholt erwähnt und beschrieben wurde, finden wir nirgends Abhandlungen, die sich auf Grund von Reinkulturen mit diesem Organismus beschäftigen. Nach außerordentlichen Schwierigkeiten ist mir die Reinzucht geglückt; es sei im folgenden diese selbst, die Morphologie und das Verhalten der *Zoogloea ramigera* in ernährungs- und reizphysiologischer Hinsicht beschrieben und in Kürze ihr natürliches Vorkommen, sowie ihr Einfluß auf die Selbstreinigung von Abwässern behandelt.

### Gewinnung des Ausgangsmateriales.

Als Ausgangsmaterial für die Reinzucht der *Zoogloea ramigera* dienten Rohvegetationen, die sich in einem Bache vorfanden, der als Vorfluter von Hausabwässern und Straßengerinnen in Verwendung steht. Doch konnte ich auf einer Reihe von Exkursionen auch in jedem anderen Gewässer, in das verschmutzte Wasser von landwirtschaftlichen Betrieben oder Haushaltungen eingeleitet werden, das Vorkommen der *Zoogloea ramigera* feststellen. Auch in dem gleichen, von Zikes (2) erwähnten Kühlwasser einer Brauerei war ihre Anwesenheit zu konstatieren, doch mit dem Unterschied, daß sich die schleimigen Ansammlungen nicht mehr am Berieselungskühler selbst vorfanden; es war nämlich mittlerweile ein eigener Abwasserkanal von der Stärkefabrik angelegt worden, so daß die Brauerei reineres Kühlwasser in Verwendung hatte; in dem Abwassergerinne aber war die Anwesenheit des Pilzes einwandfrei nachzuweisen.

Das Gewässer, dem das Ausgangsmaterial entnommen wurde, enthielt zahlreiche andere, für größte Verschmutzung zeugende Organismen: *Beggiatoa*-Arten, *Sphaerotilus*, Spirillen, *Vorticella*, *Paramaecium*, Amöben, *Euplotes charon* und eine Reihe verschiedener, zum Stamme *vermes* gehörender Individuen. Makroskopisch war die Anwesenheit der *Zoogloea ramigera* im Winter, wo die Proben entnommen wurden, nicht zu erkennen. Es wurden also nahe den Einmündungsstellen der Abwasserkanäle Blätter und faulende Grashalme mit Pinzetten in größere Flaschen mit weitem Halse gegeben. Besonders reichlich war die Ausbeute an den Kanten der natürlichen Überfälle, wo das Wasser vorher kleine Stauungen zu passieren hatte. Die entnommenen Proben wurden auch stets mit Wasser von der betreffenden Stelle versehen.

Für die Reinzucht der *Zoogloea ramigera* war noch kein Beispiel gegeben, es wären denn die mehr allgemein gehaltenen Angaben von Zikes (2), der neben der gelungenen Reinzucht von *Sphaerotilus natans* auch die der *Zoogloea ramigera* durchgeführt haben will. Doch suchte ich auf dem gleichen Wege zum Ziele zu gelangen. Es wurden also Glaszylinder mit verschieden verdünnten Fleischextrakt-



lösungen (0,5, 0,25, 0,12, 0,06, 0,03‰) versehen und mit einigen Tropfen der gut durchgeschüttelten Probe beschickt. Nach einigen Tagen trat sowohl an der Oberfläche der Nährlösung, als auch an eingetauchten Holzstäben reichliche Hautbildung und Ansammlung schleimiger Massen ein; nur bei 0,06‰ war kein derartiges Wachstum zu ersehen. Bei näherer mikroskopischer Untersuchung zeigten sich jedoch die schleimigen Massen vorwiegend als aus *Sphaerotilus*-Vegetationen bestehend, die *Zoogloea* aber war nur schwach in Form von unregelmäßigen Hautfetzen ausgebildet und vollständig degeneriert. Trotzdem wurden nach 4—5 Tagen Platten mit der von Höflich empfohlenen Fleischextraktgelatine (0,5 ‰ Fleischextraktlösung in Wasserleitungswasser, 4,5 Proz. Gelatine) nach der Verdünnungsmethode gegossen. Meist waren die Platten nach 1—2-tägigem Stehen bei 14° C vollständig verflüssigt, während keine einzige Kolonie auch nur annähernd die von Zikes (2) erwähnten Formen aufwies. Nach einer Reihe so fehlgeschlagener Versuche probierte ich die Isolierung mit 4½ Proz. Gelatine, die 1 l Bachwasser aus dem betreffenden Vorfluter enthielt, ohne vorher die Rohkultur in verschiedenen konzentrierten Fleischextraktlösungen zu verteilen; vielmehr kamen die Proben im Labortaorium in Glaswannen und blieben hier, nachdem sie mit Wasserleitungswasser verdünnt waren, stehen. Schon am 2. Tage zeigte sich an den Wänden und an den die Oberfläche überragenden Blättern deutliche Hautbildung, die sich bei mikroskopischer Untersuchung teils aus *Sphaerotilus*-, teils aus *Zoogloeen*massen, die entweder Traubenform oder Hirschgeweihbildung zeigten, zusammensetzte. Blieben die Behälter längere Zeit stehen, so traten Gärungs- und Fäulniserscheinungen auf, Zeichen, die auf sehr stark verunreinigtes Wasser hindeuten.

### Die Reinzucht.

Trotz den oben erwähnten Vorbereitungen zur Reinzucht war dieselbe wegen der Anwesenheit zahlloser Fremdorganismen mit großen Schwierigkeiten verknüpft. Da die *Zoogloea ramigera*, wie auch spätere Versuche erwiesen, auf Gelatine ein ungemein langsames Wachstum zeigt, waren die sich bildenden Kolonien längst von raschwüchsigen und proteolytische Enzyme bildenden Bakterienarten überwuchert. Gleichwohl konnte auf den Bachwassergelatineplatten eine deutliche Verlangsamung des Verflüssigungsprozesses beobachtet werden. Um nunmehr durch eine Anreicherung der *Zoogloeen* bildenden Bakterien diesen ein Übergewicht über die anderen Organismen zu geben, wurde folgendermaßen vorgegangen:

Auf einem Objektträger wurde ein der Glaswanne entnommener Tropfen soweit als möglich ausgebreitet und dann ohne Deckglas bei 72-facher Vergrößerung mikroskopiert. Mit feinen, sterilen Holzspitzchen wurden nun die in Geweih- oder Traubenform erscheinenden *Zoogloeen* abgehoben, die Holzspitzen, oft 7—8, in ein Schüttelfläschchen gebracht, im Zikeschen Schüttelapparat (3) einige Zeit geschüttelt und nach der Verdünnungsmethode Platten gegossen. Nach 6 Tagen konnten die entstandenen, mehr oder weniger fremdartig aussehenden Kolonien unter dem Mikroskope in steriles Bachwasser abgeimpft werden; es zeigten sich nun nach mehreren vergeblichen Versuchen in einer Eprouvette die charakteristischen Hautbildungen. Von dieser Kultur wurden, da sie noch spurenweise Verunreinigung zeigte, abermals Bachwassergelatineplatten gegossen, wieder abgeimpft und dieser Vorgang so lange wiederholt, bis sich endlich nur mehr Kolonien der *Zoogloea ramigera* vorfanden.

### Morphologie der Reinkulturen.

In einer 0,5 ‰ Fleischextraktlösung ergeben sich bei einer Temperatur von 25° C für die Breite der einzelnen Bakterien 1—1½ µ, für die Länge 2—3 µ; die Zellen zeigen ovale Gestalt, die Enden sind abgerundet, manchmal auch abgestumpft. Mit nur ganz vereinzelt Ausnahmen sind die Zellen stets in der Ebene gekrümmt, welche Krümmung insbesondere bei den sich bewegend Schwärmen deutlich zum Ausdrucke kommt. In allen Nährsubstraten finden sich bald mehr, bald weniger gekrümmte Stäbchen; es zeigten sich sogar völlig kreisförmig gebogene, aber nicht geschlossene, aus mehreren Zellen bestehende Verbände. Fadenartige Zellverbände können an der deutlichen Septierung immer als aus mehreren Zellen zusammengesetzt erkannt werden; die einzelnen Zellen sind dann von gleicher Größe. Der Zellinhalt ist von einer deutlich sichtbaren Membran umgeben, die dem Eindringen von Farbstoffen größeren Widerstand entgegensetzt. Unter Umständen ist das Plasma stärker oder schwächer granuliert und können die Granula mit Sudan III in Glycerin-Alkohollösung als Fettansammlungen nachgewiesen werden. Färbungen auf Volutinnachweis, wie sie von A. Meyer empfohlen, von P. Linde (4) bei *Cladothrix dichotoma* mit Erfolg durchgeführt wurden, ergeben ein negatives Resultat.

Die einzelnen Bakterienzellen liegen, durch eine Schleimschicht voneinander getrennt, am Rande der Zoogloeen dichter als in den mittleren Teilen, wo sie richtungslos eingebettet sind, im Gegensatze zu den Randpartien, wo ihre Längsrichtung die Grenze der Zoogloeen deutlich markiert. Gegen den Rand hin werden die Stäbchen größer; hier treten häufig in Teilung begriffene Individuen auf. Die Schleimsubstanz, die sich durch Einwirkung von Jodlösung, Jod und Schwefelsäure, Jodjodkalium gelb färbt und so vermutlich als Dextran anzusprechen ist, durchdringt und umschließt die ganze Zoogloee. Mit Tusche, 1 : 10 verdünnt, behandelt, läßt sie sich, ähnlich wie bei der schleimbildenden Hefe *Torula Molischiana*, leicht sichtbar machen, mit Bismarckbraun färben. Einwirkung von 1 Proz. wässriger Methylenblaulösung und sehr kurze Nachbehandlung mit 1 Proz. Schwefelsäure färbt die Schleimmasse und läßt erkennen, daß, wenn auch nur 2 Zellen im Verbands auftreten, diese von einer Schleimhülle umschlossen sind. Durch einseitiges Drücken des Deckglases am Objektträger können Zellen zum Austreten aus der Schleimmasse gebracht werden; dann wird ein gelatinöses Netzwerk sichtbar, ähnlich wie es Hansen bei Hefen gezeigt hat.

Was die Form der Zoogloeen betrifft, so treten Geweih- und Traubenformen auf, gleich denen im Abwasser; Abbildungen, die von Emmerring (16) bei 150-facher, von Kolkwitz in Lafars technischer Mykologie nach Zopf bei 980- und 250-facher Vergrößerung gebracht werden, zeigen die gleiche Anordnung der Zellverbände. Die Geweihformen nehmen von einem gemeinsamen Stiele aus, der aus mehreren nebeneinanderliegenden Zellen besteht, ihren Ursprung und verzweigen sich früher oder später; am Beginne der Verästelung treten niemals Verzweigungen der Zellen selbst auf, es bildet vielmehr die Gallerte, wie auch Itzigsohn (1) beobachtete, geweihartige Verästelungen. Ein Übergehen in eine einzige Fadenreihe, wie es Kolkwitz in dem oben angeführten Werke erwähnt, konnte nicht konstatiert werden. Die Geweihform tritt nach meinen Beobachtungen bei Temperaturen zwischen 14 und 25° C und bei wenig konzentrierten Nährlösungen auf, die Traubenform bei niedrigen und höheren Temperaturen und bei konzentrierteren Nährlösungen. Die Traubenform zeigt dichtge-

drängte, massige Ansammlungen, die entweder nach einer Richtung mehr ausgebildet sind oder sich nach allen Seiten hin um einen gemeinsamen Mittelpunkt lagern; manchmal ist aus einem gleichmäßig ausgebreiteten Zoogloeeenteil ein Vorsprung herausgetrieben, der sich etwas verengt, um sich dann wieder zu verbreitern und brückenartig mit einem anderen, ebenfalls größeren Zoogloeeenteil zu verschmelzen.

Makroskopisch betrachtet, bildet die *Zoogloea ramigera* Häute auf den Oberflächen der Nährflüssigkeiten, die eine Dicke von 1 mm erreichen können. Diese haften an der Glaswandung nicht fest und sinken bei geringer Erschütterung zu Boden. Nach mehrstündigem Stehen steigen sie wieder an die Oberfläche empor. Der Hautbildung geht häufig eine Flockenbildung voraus; bei ungünstigen Bedingungen kommt überhaupt nur die letztere zustande und die Hautbildung unterbleibt.

Nicht nur die äußere Form der Zoogloeen, sondern auch die Stäbchen zeigen eine große Polymorphie, die bei verschiedenen Temperaturen und Nährsubstraten auftritt. Vom kokkenähnlichen Stäbchen bei 2—3° bis zum 10  $\mu$  langen bei 25° und 0,1 Proz. Fleischextraktlösung variiert die Länge in allen Abstufungen; die Breite ist mehr konstant — 1  $\mu$  — und erreicht höchstens 3  $\mu$ . Der plasmatische Zellinhalt ist bald hyalin, bald stark granuliert.

Es treten auch Involutionsformen auf, die durch Anschwellung eines Teiles der Zelle oder durch mehrere Ausbuchtungen einer Zelle bedingt sind.

Hieran anschließend, sei noch bemerkt, daß Färbungen bei 2 Minuten langer Einwirkung auf die fixierten Präparate mit Jodgrün sehr schwach ausfallen; etwas besser färben Saffranin, Brillantgrün, Methylenblau, wässrige Fuchsinlösung; sehr starke Färbungen liefern Ehrlich'sches Gentianaviolettanilinwasser und Ziehlsche Lösung.

Der Organismus läßt sich nach Gram vollständig entfärben, ist also gram-negativ.

### Begeißelung.

Neben den unbeweglichen, in die Schleimmassen eingebetteten Zellen kommen auch bewegliche Stäbchen in größerer oder geringerer Anzahl außerhalb der Zoogloee vor, die, wie ich mit Sicherheit feststellen konnte, auch mit Schleimhüllen versehen sind. In dem Kondenswasser von Agarnährböden, die für Strichkultur verwendet werden, treten sie schon 12 Stunden nach der Beimpfung in ziemlicher Menge auf. Die Schwärmer bewegen sich geradlinig fort, unterbrechen diese Bewegung aber häufig durch eine Rotation, bei der der Mittelpunkt der Längsachse eine einfach progressive Bewegung zeigt, während alle übrigen Punkte noch rotierende Bewegung durchführen, so daß es zu der bekannten Kreiselbewegung der beiden Pole kommt. Bei Annäherung an die Schleimmasse kann man auch Drehung in der Ebene wahrnehmen, bei langsamer Fortbewegung findet eine Drehung der Stäbchen um ihre Längsachse statt, die bei gekrümmten Stäbchen und granuliertem Plasma mit Sicherheit festzustellen ist. Die Schwärmer haben meistens die gleiche Größe und gleiche Beschaffenheit des Plasmas der unbeweglichen Zellen. Oft beobachtet man sie im Stadium der Teilung und kann im Adhäsionspräparate bis zu 4 Zellen zu einem Faden vereinigt finden, der intensive Bewegung zeigt. Nach der Geißelfärbungsmethode von Loeffler kann monopolare, monothriche Begeißelung festgestellt werden. Ich habe die Färbung folgendermaßen durchgeführt. In steriles, temperiertes

Leitungswasser wurde eine Platinöse voll Kondenswasser aus einer 12 Stunden alten Agarstrichkultur verteilt und mit der bajonettförmig gebogenen Platin-nadel je ein Aufstrich auf mehrere völlig fettfreie Deckgläschen gemacht, getrocknet und durch 3-maliges Durchziehen durch die Flamme fixiert. die Beizung wurde mit Eisentannatbeize vorgenommen. Nach  $\frac{3}{4}$  Minuten langer Einwirkung derselben wurde gut gewaschen, getrocknet und mit dem Farbstoffe (Gentianaviolettanilinwasser) 1 Minute lang gefärbt, gut gewaschen und mit Wasser mikroskopiert. Es wurden gegen 20 Stäbchen besichtigt; sie zeigen genau auf dem Pole die Insertion einer wellenförmig gestalteten Geißel. Infolge der Kleinheit der Organismen war es mir unmöglich, eine Blepharoplastenbildung an der Basis der Geißel wahrzunehmen. Die Geißel scheint hier und da zur Zerkleinerung zu neigen; wenigstens habe ich bei einzelnen gefärbten Individuen nur die Insertion einer einzelnen Geißel an der Basis gesehen, während das äußerste Ende aus 2, manchmal auch aus 3 feinen Fäden bestand. In den weitaus meisten Fällen war jedoch nur 1 vollständig intakte Geißel sichtbar. Ihre Länge beträgt das Vierfache oder mehr der Zellenlänge. Unter gewissen Modalitäten bei den Färbungen ist es möglich, neben der Geißel auch die Kapselbildung deutlich sichtbar zu machen; die Kapsel erscheint als weißer Hof und ist an den Polen besonders deutlich entwickelt. Demnach unterscheiden sich die Schwärmer von denen des *Sphaerotilus natans*, der monothrich, subpolar begeißelt ist, und von denen der *Cladothrix dichotoma*, die subpolare, lophothriche (3—6) Begeißelung aufweist. Die Schwärmer werden vermutlich am Rande der Zoogloee von den in Teilung begriffenen Organismen abgeschieden und durch Mutation in Zellen verwandelt, die durch Geißelbildung Lokomotion erlangen, verlieren, den Beobachtungen im hängenden Tropfen zufolge, nach ungefähr 2 Tagen ihre Beweglichkeit und teilen sich unter Schleimbildung; es entstehen zuerst kugelige Zoogloeen, die allmählich durch fortgesetzte Teilung peripherer Zellen die charakteristische Geweih- bzw. Traubenform annehmen.

### Ernährungsphysiologisches.

#### Kollektive Nährböden.

Über diesen Pilz wurden noch keine ernährungsphysiologischen Studien veröffentlicht; so sei zuerst sein Verhalten auf gewöhnlichen kollektiven Nährsubstraten bei einer Temperatur von 25° C beschrieben:

Nährgelatine . . .	kein Wachstum
Nähragar . . . .	mittelmäßiges Wachstum
Nährbouillon . . .	gutes Wachstum
Peptonwasser . . .	sehr schwaches Wachstum
Mistdekot . . . .	kein Wachstum
Heudekot . . . .	sehr gutes Wachstum
Hefewasser . . . .	gutes Wachstum
Bierwürze . . . .	kein Wachstum
Kartoffel . . . .	kein Wachstum
Gelbe Rübe . . . .	kein Wachstum.

**Nähragar:** Die Kolonien erreichen nur geringe Größe, ein Keimzentrum oder sonstige Differenzierung der asymmetrischen Kolonien ist nicht zu beobachten. Die Zellen sind etwas größer als bei den später erwähnten 1 Proz. Agar in 0,5 ‰ Fleischextraktlösung. Die Kolonienform ist rundlich oder mehr in die Länge gezogen; nur bei den größten Kolonien ist eine gelblich-schmutzig-weiße Färbung zu erkennen.

**Nährbouillon:** Das Nährsubstrat bleibt, wie auch bei den anderen kollektiven Nährböden, klar, Geruchsveränderungen treten nicht auf. Die Haut ist stark entwickelt und gleitet von der Platinnadel leicht ab. Die Zoogloeen haben nicht charakteristische Form, sondern treten in unregelmäßigen Ansammlungen auf; nur selten Traubenformen. Die Zellen sind klein, das Plasma hyalin, seltener sind Fettgranula zu bemerken. Es kommen auch fadenförmige, deutlich septierte Verbände vor.

**Peptonwasser:** Hier ist das Wachstum ein sehr kümmerliches; immerhin ist eine deutlich wahrnehmbare Haut vorhanden. Die Zoogloeen bestehen aus traubenförmigen Gebilden, die in den inneren Teilen kleinere Zellen, am Rande größere, fadenartige, septierte Zellverbände zeigen. Das Plasma ist hyalin.

**Heudekockt:** Das Wachstum ist hier ein üppiges, die Hautbildung kräftig. Schon am ersten Tage nach der Beimpfung ist die Haut sichtbar und sinkt ziemlich bald zu Boden, während an der Oberfläche wieder neue Häute entstehen. Die Haut haftet hier besser an der Platinnadel als bei Nährbouillon. Die Zoogloeen bilden Traubenformen aus; doch zeigen sich, wenn auch nicht vollständig ausgebildet, Geweihformen. Die Zellen sind klein, das Plasma hyalin.

**Hefewasser:** Das Wachstum ist hier ein ganz entsprechendes. Die Haut ist locker und zerfällt bei schwacher Erschütterung. Die Zellen sind langgestreckt und können fadenförmige Verbände bis zu 40  $\mu$  Länge bilden, wobei die Breite stets 1  $\mu$  beträgt. Das Plasma zeigt zahlreiche Fettgranula.

#### Elektive Nährböden.

**Fleischextraktagar:** Von Linde wurde die Zusammensetzung dieses Agars, der für *Cladotrix dichotoma* verwendet wurde, mit 0,5 ‰ Fleischextraktlösung und 1 Proz. Agar angegeben. Auf den Plattenkulturen traten rundliche Kolonien von unregelmäßiger Gestalt auf, deren Zellen kleiner sind — 1  $\mu$  breit, 1½  $\mu$  lang — als die auf 0,5 ‰ Fleischextraktgelatine (4½ Proz. Gelatine). Schwärmer sind nicht zu beobachten. Bei Stichkulturen erfolgt das Wachstum längs des ganzen Stiches; in der unteren Hälfte kümmerlich, bilden sich in der oberen in das Nährsubstrat vordringende Ästchen aus, so daß der Stich ein stacheliges Aussehen bekommt. Mikroskopisch betrachtet, findet man kein zusammenhängendes Wachstum; es bilden sich vielmehr kugelige, in dem oberen Teil des Stiches mehr längliche oder traubenförmige Kolonien aus, die aus eng aneinander liegenden Zellen bestehen, die ungefähr 1  $\mu$  breit und 1½—2  $\mu$  lang sind. Keine Schwärmer. Bei Strichkulturen lassen sich große, zusammenhängende Teile des wellig begrenzten Striches mit der Platinnadel abheben.

**Fleischextraktgelatine:** (0,5 ‰ Fleischextraktlösung, 4½ Proz. Gelatine) Plattenkultur: Es bilden sich asymmetrische Kolonien, die makroskopisch nur als Gelatinetrübungen wahrgenommen werden können. Verflüssigung tritt nicht ein. Bei stärkerer Vergrößerung oder unter Anwendung von Klatschpräparaten zeigen sich selten kreisförmige, öfter sehr langgestreckte, breitere oder schmalere Kolonien. Die Zellen sind etwas größer als bei Agarkulturen, die außenliegenden in der Wachstumsrichtung orientiert, die inneren in spitzem Winkel zu dieser. Das Plasma ist hyalin. Auf die Anwesenheit von Schleim kann wegen des körnigen oder

schlierigen Aussehens der umgebenden Gelatine geschlossen werden; die Zellen liegen getrennt voneinander. Im oberen Teile des Stiches bei St i c h - k u l t u r e n ist das Wachstum bedeutend besser als im unteren. Es findet keine Verflüssigung, sondern nur Aufzehrung der Gelatine statt. Werden nach vorsichtigem Erwärmen der Eprouvete Schnitte senkrecht auf die Längsachse des Gelatinezylinders gemacht, so sieht man unter dem Mikroskope in den obersten Schichten Traubenformen und Geweihbildungen, in den mittleren große Zoogloeen, die nur traubenformähnlich ausgebildet sind; die Zellen liegen in den inneren Teilen sehr locker, gegen den Rand zu dichter gedrängt, und sind größer als in den unteren Teilen, wo die Zoogloeen Kugelform annehmen, Mitte und Rand nicht differenziert erscheinen und die Zellen kokkenähnlich sind.

Ähnliche Wachstumserscheinungen zeigen sich in  $4\frac{1}{2}$  Proz. Gelatine, die in  $0,5\text{‰}$  Fleischextraktlösung und 0,25 Proz. Pepton aufgelöst ist.

Bachwassergelatine: ( $4\frac{1}{2}$  Proz. Gelatine in Bachwasser). Das Bachwasser wurde dem Vorfluter, aus dem das Ausgangsmaterial gewonnen wurde, entnommen, daraus eine  $4\frac{1}{2}$  Proz. Gelatine hergestellt und mit konzentrierter Sodalösung schwach alkalisch gemacht. Die Alkalität wurde ebenso wie bei den anderen Nährböden mit wässriger Neutralrotlösung (Toluylenrot) geprüft. Auf auch nur schwach sauren Nährböden konnte kein Wachstum bemerkt werden. Bei den Plattenkulturen treten in den auf  $0,5\text{‰}$  Fleischextraktgelatine gewachsenen Kolonien analoge Formen auf. In der St i c h k u l t u r entwickeln sich, stets getrennt voneinander, punktförmige Kolonien, die von heller, weißlich-gelber Farbe sind. Bei schwächerer Vergrößerung erscheinen die Zoogloeen in klumpigen Massen, oft in mehreren Schichten übereinander; sie sind von dicht aneinander liegenden Zellen erfüllt, die  $\frac{1}{2}\text{ }\mu$  breit,  $1\text{ }\mu$  lang sind. Die Schwärmer erreichen bis  $3\text{ }\mu$  Länge und sind stark granuliert. Bei St r i c h k u l t u r e n bilden sich zahlreiche Schwärmer aus, die bei schnellster Fortbewegung ein Vibrieren erkennen lassen.

#### Verschiedene Konzentrationen der Fleischextraktlösung.

Für eine Reihe ernährungsphysiologischer Untersuchungen war ein Nährboden nötig, auf dem die *Zoogloea ramigera* in kräftiger und üppiger Weise gedeihen sollte; auf größere oder geringere Ähnlichkeit des Zoogloeenbildes mit den in der Natur vorkommenden Formen konnte naturgemäß auf diesem Nährboden nicht Rücksicht genommen werden. So versuchte ich einige in der Literatur für ähnliche Abwasserpilze angegebene Nährlösungen, doch war keine geeignet, ein gutes Wachstum hervorzurufen. Ich benutzte den von Linde für *Cladothrix dichotoma* verwendeten Nährboden, der im Liter Wasser enthält:  $1\text{ g K}_2\text{HPO}_4$ ,  $0,1\text{ g CaCl}_2$ ,  $0,3\text{ g MgSO}_4$ ,  $0,1\text{ g NaCl}$ ,  $0,01\text{ g Fe}_2\text{Cl}_6$  und als Stickstoffquelle in organischer Verbindung 0,25 Proz. Asparagin, oder in anorganischer Form 0,15 Proz. Kalisalpeter. Das Wachstum war hier zwar im asparaginhaltigen Nährsubstrat besser als im anderen, aber doch noch immer kein zufriedenstellendes. In der von Zikes für *Sphaerotilus natans* benützten Nährlösung, die aus  $0,5\text{‰}$  Fleischextraktlösung mit Zusatz von 0,25 Proz. Glukose und 0,25 Proz. einer Stickstoffverbindung (Pepton, Asparagin, Ammoniumsulfat, Kalisalpeter) besteht oder einem daraus hergestellten 1 Proz. Agar, war das Wachstum, besonders bei Asparaginzusatz, bedeutend besser; doch entsprach es noch immer nicht völlig. Auf den von Kofler (5)

für Myxobacteriaceen benützten Nährböden trat nur kümmerliches Wachstum auf.

Es lag demnach die Vermutung nahe, daß alle diese Nährböden eine zu geringe Konzentration aufweisen, weshalb ich in einer Reihe verschiedener Konzentrationen von Fleischextraktlösung das günstigste Konzentrationsverhältnis für die Entwicklung der *Zoogloea ramigera* zu finden suchte. Gleichzeitig durchgeführte Versuche mit sehr niederen Konzentrationen zeigten das, wenn auch endlich sehr spärliche Fortkommen des Pilzes auf äußerst schwachen Nährlösungen. Die Nährlösungen wurden mit konzentrierter Sodalösung schwach alkalisch gemacht, die Versuche bei 25° C durchgeführt.

0,03°/∞: Sehr spärliches Wachstum, sehr zarte Haut nur im mittleren Teile der Oberfläche; die Haut ist löcherig, die Zoogloeen geweihförmig und in den Geweihästen zu kleinen Ballen zusammengezogen. Schleim hier, wie auch in allen folgenden Fällen, mit Bismarckbraun und Tusche deutlich sichtbar. Zellen 1—2  $\mu$  breit, 3—4  $\mu$  lang, Plasma schwach granuliert.

0,06°/∞: Sehr schlechtes Wachstum; in der Mitte der Oberfläche eine zarte Haut. Sehr lockere Geweihverbände, Zellen 2  $\mu$  breit, 3—4  $\mu$  lang, von kugeliger Gestalt, oft 2 beisammen. Plasma hyalin oder schwach granuliert.

0,12°/∞: Schlechtes Wachstum; Haut in der Mitte der Oberfläche; Geweihformen; die Zellen liegen sehr weit auseinander und sind elliptisch, 3  $\mu$  breit, 4  $\mu$  lang. Plasma granuliert.

0,25°/∞: Schwaches Wachstum; zerfaserte Haut in der Mitte der Oberfläche; Geweihformen. Zellen 2  $\mu$  breit, 2—4  $\mu$  lang; am Rande der Haut zeigen sich sehr lange Zellen, bis 9  $\mu$  lang, mit deutlicher Septierung und Krümmung. Plasma granuliert.

0,5°/∞: Ziemlich gutes Wachstum; zerfaserte Haut über die ganze Oberfläche. Zoogloeen in Geweih- und Traubenform. Zellen 1  $\mu$  breit, 2—3  $\mu$  lang. Plasma granuliert.

0,1°/∞: Gutes Wachstum; Haut sinkt leicht zu Boden. Die Zoogloeen bilden massige Formen; die charakteristischen Geweih- oder Traubenformen sind nicht mehr sichtbar. Es zeigen sich vielmehr klumpige, übereinander geschichtete Zoogloeenlappen. Breite der Zellen 1  $\mu$ , Länge 4—6  $\mu$ . Fadenartige, deutlich septierte Verbände können 18—36  $\mu$  lang werden. Die Breite ist stets 1  $\mu$ . Plasma granuliert.

1°/∞: Sehr kräftiges Wachstum. Es bilden sich starke Häute an der Oberfläche, die nach einiger Zeit zu Boden sinken und von Neuem entstehen; üppige Flockenbildung, auch innerhalb der Flüssigkeit. Die Haut rutscht von der Platinnadel sehr leicht ab und hält ziemlich fest zusammen. Größe der Zellen: 1  $\mu$  breit, 3—6  $\mu$  lang. Fadenartige Verbände bis zu 10  $\mu$  Länge. Bei niederen Konzentrationen treten nur sehr wenige Schwärmer auf; bei höheren sind sie häufiger zu beobachten. Starke Granulation des Plasmas.

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß 1 Proz. Fleischextraktlösung die Wachstumserscheinungen in üppigster Weise zu fördern vermag, da auch bei höheren Konzentrationen ein rasches Zurückgehen der kräftigen Hautbildung zu beobachten ist.

#### Verschiedene Stickstoffquellen.

Der 1 Proz. Fleischextrakt wurden als Kohlenstoffquelle 0,25 Proz. Traubenzucker, als Stickstoffquelle 0,25 Proz. Pepton, bzw. Asparagin, Kalisalpete oder Ammoniumsulfat zugesetzt. Es zeigt sich bei diesen Untersuchungen, die sowohl in Epruvetten mit 10 ccm, als auch in Erlenmeyerkolben mit 100 ccm Nährlösung bei 25° C durchgeführt wurden, daß die *Zoogloea ramigera* alle diese Stickstoffquellen zu verwenden vermag. Besonders eignet sich Asparagin, weniger gut Pepton und Ammoniumsulfat, am wenigsten Nitrate in der verwendeten Form. Über die chemischen Leistungen sei später berichtet:

Grundlösung (1 Proz. Fleischextrakt + 0,25 Proz. Traubenzucker) + 0,25 Proz. Pepton (Epruvetten). Das Wachstum ist hier ein ganz entsprechendes. Der Hautbil-

dung geht eine Flockenbildung voraus; die Flocken zeigen häufig die Form kleiner Schüsselformen, die an der Oberseite mit einem sehr zarten, schleierartigen Hautfortsatze versehen sind. Die Zellen vom Rande der Haut haben größere Länge und stärkere Granulation als die in den mittleren Teilen. Die Form der Zoogloeen scheint zur Traubenform zu neigen, wenn diese auch nicht immer scharf ausgeprägt ist. Die Schwärmer sind langgestreckt und granuliert. In Erlenmeyerkolben treten die gleichen Erscheinungen auf.

Grundlösung + 0,25 Proz. Asparagin (Epruvetten): Sehr kräftiges Wachstum, das sich in der Bildung dicker Häute äußert. Wenn sich diese zu Boden setzen, bilden sich von dort aus langgestreckte, locker zusammenhängende Hautschlieren, die gegen die Oberfläche wachsen, so daß die Nährlösung dicht erfüllt mit häutigen Bildungen erscheint. Unter dem Mikroskope zeigen sich auch ziemlich lange, fadenähnliche, septierte Zellverbände mit starker Granulation. Involutionsformen in Gestalt stark aufgetriebener Zellen treten in geringer Zahl auf. Wenig Schwärmer. In den Erlenmeyerkolben sind die Zellen etwas länger.

Grundlösung + 0,25 Proz. Kalisalpete (Epruvetten): Das Wachstum ist hier ein sehr schlechtes; Hautbildung tritt nicht ein. Es setzen sich vielmehr an den Gefäßwänden kleine, nur sehr locker zusammenhängende Flocken an, die aus kleinen granulierten, dicht aneinanderliegenden Zellen bestehen; die Schleimbildung ist sowohl mit Tusche, als auch mit Bismarckbraun nur in ganz geringem Maße nachzuweisen. Schwärmer können nicht beobachtet werden. In Erlenmeyerkolben ist das Wachstum etwas besser. Die Nährlösung, die nach dem Sterilisieren schwach getrübt ist, zeigt am 3. Tage nach der Beimpfung Blasenbildung bei steigender Trübung; die Gasentwicklung hört nach 3 Tagen wieder auf und die Flüssigkeit wird blank.

Grundlösung + 0,25 Proz. Ammoniumsulfat (Epruvetten): Das Wachstum ist besser als in kalisalpetehaltigen Nährsubstraten. Die gebildeten Flocken sind sehr klein, hängen aber fest zusammen, so daß die Verbände makroskopisch ein gezähneltes Aussehen bekommen. Erst später tritt Hautbildung ein. Die Zellen sind ziemlich groß, können lange, deutlich septierte Zellverbände von 3—4  $\mu$  Breite bilden und enthalten zahlreichere größere Granula. Wenig Schwärmer. In Erlenmeyerkolben sind die gleichen Erscheinungen.

Die Granulationen sind in allen Fällen mit Sudan III Glycerin-Alkohol-lösung als Fettansammlungen zu erkennen. Volutin nach Meyer oder Glykogen mit stärkerer Jodjodkaliumlösung nachzuweisen, gelingt nicht. Die Zoogloeen nähern sich zwar der Traubenform, treten aber, mit Ausnahme der Kalisalpete-lösung, in wenig differenzierten, klumpigen Ansammlungen auf.

#### Verschiedene Kohlenstoffquellen.

Der Grundlösung, die 1 Proz. Fleischextrakt und 0,25 Proz. Asparagin enthielt, wurden 0,25 Proz. verschiedener Kohlenhydrate zugesetzt: Monosaccharide: d-Glukose, d-Fruktose, d-Mannose, und d-Galaktose; Disaccharide: Saccharose, Maltose, Laktose; Trisaccharide: Raffinose; Polysaccharide: Stärke, Dextrin, Inulin.

Nach dem Ergebnisse dieser Versuchsreihe, die sowohl in Epruvetten mit 10 ccm, als auch in Erlenmeyerkolben mit 100 ccm Nährlösung bei 25° C durchgeführt wurde, kann gesagt werden, daß der Organismus der *Zoogloea ramigera* kohlenhydrat-polytroph ist, da er alle in dieser Form gebotenen Kohlenstoffverbindungen zum Aufbau seiner Körpersubstanz zu verwenden vermag. Die Haut ist kräftiger entwickelt als bei Nährlösungen ohne Kohlenhydratzugabe, wie z. B. in 1 Proz. Fleischextraktlösung + 0,25 Proz. Asparagin.

Unter den Monosacchariden eignet sich besonders gut Glykose, dann Galaktose, Mannose und Fruktose. Unter den Disacchariden Maltose besser als Laktose und Saccharose, welche letztere beide keinen bemerkbaren Unterschied im Einfluß auf das Wachstum erkennen lassen. Vielleicht dürfte auch für die *Zoogloea ramigera* ein der Maltose anhängender,



oryzaninartiger Körper einen gewissen Ausschlag geben. In der Saccharose-lösung nähern sich die Zoogloeen sehr der Maulbeerblattform, sind aber auch häufig ohne jede charakteristische Form. Von den Polysaccharidlösungen tritt in dextrinhaltigen Nährsubstraten bei weitem das kräftigste Wachstum ein; schlechter eignen sich Inulin und Stärke. Allen diesen genannten Nähr-lösungen ist gemeinsam, daß sie nach der Beimpfung mehr oder weniger kräftige Häute hervorzubringen vermögen, die aus sehr schleimreichen, formlosen Zoogloeen bestehen. Feinere Unterschiede bei Bildung von Involutionsformen oder Schwärmern können nicht beobachtet werden.

Da *Sphaerotilus natans* bei Kohlenhydratnahrung geringe Mengen von Glykogen zu speichern vermag (2), lag die Vermutung nahe, daß auch der Organismus der *Zoogloea ramigera* eine gleiche Erscheinung zeigen könnte. Es wurden also größere Hautstücke in einem Uhrglase 8—9-mal mit Äther ausgewaschen, um die Fettkörperchen zu entfernen, dann mit Wasser nachgewaschen und in Jodjodkaliumlösung eingelegt. Es tritt nach dieser Behandlung jedoch nur eine schwache Gelbfärbung des gesamten Zellinhalts ein, die die Abwesenheit von Glykogen beweist. Um zu prüfen, ob die Schleimsubstanz auf Kohlenhydrate enthaltenden Nährlösungen eine Veränderung zeigt, wurde Rosolsäure nach dem Vorschlage von S z y s z l o w i c z (6) in Natriumkarbonatlösung aufgelöst und die Schleimsubstanz damit behandelt. Es tritt keine Rotfärbung des Schleimes ein, so daß die Abwesenheit von Stärke bewiesen ist. Rosolsäure, in schwach alkoholischer Lösung zur Einwirkung gebracht, hat das gleiche Ergebnis; dagegen färbt sich der Schleim auch hier mit Jodlösung, Jod und Schwefelsäure und Jodjodkaliumlösung gelb.

#### Chemische Leistungen.

Aus dem Umstande, daß Gelatine nicht verflüssigt wird, ist zu schließen, daß ein proteolytisches Ektoenzym fehlt und nur Endoenzyme in Wirksamkeit treten. Oxydasen, die mit Guajak tinktur Blaufärbung geben (7), konnten nicht nachgewiesen werden, desgleichen trat auch unter Vermittlung von Wasserstoffsuperoxyd keine solche ein, so daß auch keine Peroxydase nachgewiesen werden konnte. Die Nährsubstrate, mit Ausnahme von salpeterhaltigen, behielten auch noch lange Zeit nach ihrer Beimpfung ihre ursprüngliche Klarheit, verfärbten sich nicht und zeigten weder aromatischen noch widerlichen Geruch. Reaktion mit Bleipapier auf Schwefelwasserstoff, in Peptonwasser mit Pardimethylamidobenzaldehyd und gesättigter Lösung von Kaliumpersulfat auf Indol waren negativ. Auf Gipsblöcken konnte auch nach längerer Zeit kein Wachstum beobachtet werden. Wurden die beimpften Nährlösungen, die die früher erwähnten Stickstoffquellen enthielten, durch 14 Tage hindurch täglich auf ihre chemischen Reaktionen geprüft, so zeigte sich bei Peptonzusatz erst nach 9 Tagen schwache Blaufärbung des Lackmuspapieres beim Erwärmen auf 40° C; am 10. und 11. Tage trat schwache Gelbfärbung bei Zusatz von Nestlers Reagens ein und erst im Verlaufe von 2—3 weiteren Tagen konnte an dem orangegelben Niederschlage nach Behandlung mit dem gleichen Reagens Ammoniak nachgewiesen werden.

Bei asparaginhaltigen Nährlösungen trat schon am 3. Tage starke, deutlich nachweisbare Ammoniakbildung auf. Hier, wie bei Pepton, waren salpetrige Säure und Salpetersäure nicht zu konstatieren. Zum Nachweise der salpetrigen Säure diente Jodzinkstärkelösung nach Ansäuerung mit Schwefelsäure, zum Nachweise der Salpetersäure Diphenylamin. Zeigte sich bei der

Trommsdorffschen Reaktion Blaufärbung, mußte zur Entfernung der Nitrite mit Harnstoff im Überschuße gekocht werden, wodurch das Nitrit zerstört wurde; erst dann konnte mit Diphenylamin und Schwefelsäure geprüft werden.

In kalisalpeterhaltigen Nährlösungen trat, wie erwähnt, nach 3 Tagen Gasbildung ein, ein charakteristisches Merkmal der Denitrifikation. Sobald diese beendet war, nahm die Lösung klare Beschaffenheit an; die Diphenylaminreaktion ergab dann ein negatives Resultat. Es war also keine Salpetersäure vorhanden, während die Reaktion auf salpetrige Säure ein schwaches positives Resultat ergab, woraus geschlossen werden konnte, daß die Salpetersäure teilweise zu niederen Oxydstufen abgebaut wurde. Um über den Charakter des abgeschiedenen Gases Aufschluß zu bekommen, wurden Versuche mit den von Zikes modifizierten Gärtner'schen Gärungskölbchen durchgeführt. Die Kölbchen bestehen aus einem U-förmig gebogenen Rohre; der längere Schenkel kann oben mit einem gasdichten Hahne verschlossen werden und zeigt eine Graduierung in ccm; der kürzere erweitert sich kugelförmig und ist mit einem, mit Baumwolle zu schließenden Impfstutzen versehen. Die salpeterhaltige Nährlösung wird so in das Gefäß gebracht, daß sie den anaëroben Schenkel vollkommen füllt und in der Kugel ungefähr das halbe Volumen einnimmt. Nach der Beimpfung sammelt sich das entstandene Gas im anaëroben Schenkel und kann von dort nach beendeter Blasenbildung zur weiteren Untersuchung abgelassen werden, wobei durch den Impfstutzen durch ein Rohr mit Gummidichtung destilliertes Wasser gedrückt wird.

Auf Kohlensäure wurde mit stark konzentrierter Kalilauge geprüft, mit der die kugelige Erweiterung vollgefüllt wurde; nach kräftigem, mehrere Minuten anhaltendem Schütteln konnte an dem gleichbleibenden Gasvolumen die Abwesenheit von Kohlensäure erkannt werden. Da das ausströmende Gas selbst nicht brennbar, auch das Brennen nicht befördern konnte, vielmehr ein in dasselbe getauchter, brennender Holzspan erlosch, konnte es mit Sicherheit als Stickstoff bestimmt werden. Es liegt also hier Denitrifikation in des Wortes eigentlichster Bedeutung (8) vor.

In ammoniumsulfathaltigen Nährlösungen konnte keine Veränderung bemerkt werden.

Um etwaige Zellulosezersetzung konstatieren zu können, versuchte ich zuerst den von Itersohn (9) für aërobe Mikroorganismen benützten Nährboden, doch ohne Erfolg. In der feuchten Schale hingegen konnte nach 1 Monat schwache Braunfärbung an örtlich weiter getrennten Stellen wahrgenommen werden. Es dürften hier die Schwärmer in dem sehr feucht gehaltenen Filtrierpapiere größere Strecken zurückgelegt und an passenden Stellen zur Ruhe gelangt, bei der Zoogloeebildung die Zerstörung vielleicht eingeleitet haben. Eine Havarierung irgendwelcher Art des Papiers konnte nicht wahrgenommen werden.

#### Sauerstoffbedürfnis.

Wurden Kulturen in Buchnerröhren gebracht, aus denen der Sauerstoff durch wachsende Erbsenkeimlinge entfernt wurde, so konnte kein Wachstum beobachtet werden; das gleiche Ergebnis hatten Versuche, bei denen die beimpfte Kulturflüssigkeit mit einer ungefähr 1 Dezimeter hohen Schicht von Paraffinum liquidum bedeckt wurde. Der Organismus ist also obligat aërob. Daß bei Stichkulturen das Wachstum, wie schon

früher erwähnt, längs des ganzen Stiches erfolgt, stellt keinen Gegenbeweis vor, da, wie auch *Günther* (10) bemerkt, der Sauerstoff auf dem Wege des Impfstiches bis zu den untersten Partien vorzudringen vermag; im übrigen war das Wachstum in der oberen Hälfte stets bedeutend üppiger und kräftiger als in der unteren.

#### Sauerstoffzehrung.

Um festzustellen, ob sich die *Zoogloea ramigera* auch an der Oxydation organischer Substanz beteiligt, wurde folgende Versuchsanordnung verwendet:

Mit 1 Proz. Fleischextraktlösung, die mit konzentrierter Sodalösung alkalisch gemacht wurde, wurden 6,  $\frac{1}{2}$  Liter fassende *Erlenmeyer*-kolben zu je 100 ccm beschickt und an 3 aufeinander folgenden Tagen sterilisiert. Nach Verlauf von 24 Stunden wurde der Inhalt der beiden ersten Kolben auf organische Substanz nach der Kaliumpermanganatmethode in schwefelsaurer Lösung von *Kubel-Tiemann* (11) untersucht. Die beiden nächsten Kolben wurden mit je einer Platinöse der Reinkultur entnommenen Impfmasse versehen und mit den beiden letzten, unbeimpften, in einem Thermostat durch 8 Tage bei 25° C gehalten. Nach Verlauf dieser Zeit wurde der Inhalt aller 4 Kolben auf organische Substanz nach der oben erwähnten Methode geprüft. Da die 1 Proz. Fleischextraktlösung in unverdünntem Zustande zur Bestimmung völlig ungeeignet war, mußte dieselbe verdünnt werden, indem 5 ccm der ursprünglichen Lösung auf 100 ccm aufgefüllt und von dieser Verdünnung neuerlich 5 ccm mit 95 ccm destilliertem Wasser versehen wurden. Die Mittelwerte von 3 Versuchsreihen ergaben sich, wie folgt:

1. u. 2. Kolben unbeimpft am 1. Tage . . .	1853 mg O pro l
2. „ 3. „ „ nach 8 Tagen . . .	1838 „ „ „ „
3. „ 4. „ beimpft „ 8 „ . . .	1612 „ „ „ „

Es erleidet also die nicht oxydierte organische Substanz im beimpften Kolben eine bedeutende Verminderung gegenüber der des unbeimpften Kolbens. Mit dem Resultate dieses Versuches ist jedoch wohl nur die eine Tatsache festgelegt, daß der Organismus der *Zoogloea ramigera* imstande ist, überhaupt oxydierend zu wirken. In welchem Maße dies aber bei den bedeutend ungünstigeren Bedingungen in der Natur, in den sehr verdünnten Nährsubstraten und bei dem Konkurrenzkampfe mit zahllosen anderen Lebewesen der Fall ist, muß dahingestellt bleiben.

#### Ansprüche an die Temperatur.

Um die für das Wachstum der *Zoogloea ramigera* günstigste Temperatur festzustellen, wurden Kulturen in 0,5 pro Mille Fleischextraktlösung bei verschiedenen Temperaturen angestellt. Die hierbei gemachten Beobachtungen seien in der folgenden Tabelle (p. 56) übersichtlich zusammengestellt:

Wie aus dieser Tabelle hervorgeht, liegt die Optimaltemperatur für das Wachstum dieses Pilzes bei 25° C. Die Verhältnisse bei dieser Temperatur wurden unter „Morphologie der Reinkultur“ eingehend erörtert.

Bei Temperaturen über und unter 25° C nimmt die Größe der Zellen ab. Die die Einzelindividuen trennenden Schleimmassen nehmen an Stärke zu, so daß im Innern der *Zoogloea* größere Partien überhaupt keine Stäbchen erkennen lassen. Es erscheint bei dem, in dieser schwächer konzentrierten Nährlösung weniger üppigen Wachstum verständlich, daß bei der

Optimaltemperatur die einzelnen Zellen die größten Ausdehnungen erreichen, obwohl ja aus anderen Arbeiten zu entnehmen ist, daß bei manchen Organismen die Optimaltemperatur in der Regel kleinere Individuen hervorbringt als höhere oder niedere Temperaturen, da infolge der außerordentlich raschen Vermehrung die Zelle nicht zu ihrer maximalen Größe heranwachsen kann. Das mikroskopische Habitusbild der *Zoogloea* wird begreiflich, wenn man bedenkt, daß das Wachstum hauptsächlich durch Apposition, weniger durch Intussuszeption erfolgt; der im Innern in größeren Massen ausgeschiedene Schleim stellt der Vermehrung ein größeres Hindernis entgegen; gleichzeitig werden durch die Schleimbildung die einzelnen Individuen sukzessive mehr und mehr auseinander gerückt. Bei allen Temperaturstufen

Temperatur	Wachstum	Haut	Größe der Stäbchen	Schleim	Plasma
2—3° C	sehr spärlich	keine; nur Flocken	Kokken	Verbände sehr locker	stark granuliert
14° C	gering	keine; nur Flocken	2—3 $\mu$ lang 1 $\mu$ breit	Verbände locker	stark granuliert
18° C	gering	keine; nur Flocken	2—3 $\mu$ lang 1 $\mu$ breit	Verbände sehr dicht	stark granuliert
25° C	sehr gut; Optimum	sehr kräftig	2—3 $\mu$ lang 1—1 $\frac{1}{2}$ $\mu$ breit	Verbände weniger dicht	sehr stark granuliert
30° C	minder	schwach	2 $\mu$ lang 1 $\mu$ breit	Verbände weniger dicht	hyalin oder schwach granuliert
37° C	sehr spärlich	keine; nur Flocken	Kokken	Verbände sehr locker	hyalin
50° C	—	—	—	—	—

werden Schwärmer gebildet, die die gleiche Form wie die unbeweglichen Stäbchen zeigen, mithin auch ihre Längen- und Breitendimensionen entsprechend variieren.

Bei weniger günstigen Temperaturen unterbleibt die Hautbildung und es treten nur größere oder kleinere Hautflocken auf, die sich zwar an der Oberfläche der Nährflüssigkeit ansammeln, aber, selbst bei schwacher Erschütterung, getrennt untersinken.

Wurden die Kulturen, die bei 50° C nicht mehr wuchsen, bei 25° C gehalten, so trat kein Wachstum mehr ein.

Es sei noch bemerkt, daß das schlechte Wachstum der *Zoogloea ramigera* bei tiefen Temperaturen im Laboratorium mit dem unter denselben Umständen in der Natur vor sich gehenden übereinstimmt, da in der kalten Jahreszeit die Ausbeute bei Gewinnung der Rohvegetationen eine sehr geringe ist. Eine korrespondierende Mitteilung wird von Linde gebracht, der bei wenig Graden über dem Gefrierpunkte fast vollständig reine *Sphaerotilus*-Rasen dem Spreewasser bei Johannistal entnehmen konnte.

### Einwirkung des Lichtes.

Wolf (12) betont, daß erst bei Temperaturen von 20—40° die Strahlen des sichtbaren Teiles des Sonnenspektrums keimtötende Kraft erlangen, bei niederen Temperaturen aber eine solche Wirkung ausbleibt. Der Einfluß des Lichtes auf *Cladotrix* ist nach Höflich (13) ohne Bedeutung, da die Reinkulturen sowohl im Dunkeln als auch im Lichte üppig gedeihen.

Zikes fand bei *Sphaerotilus natans*, daß sich Dunkelkulturen dieses Pilzes viel kräftiger entwickeln als Kulturen, die dem diffusen Tageslichte ausgesetzt waren. Was meine Versuche bei *Zoogloea ramigera* in dieser Richtung betrifft, so konnte ich einen kaum merkbaren Unterschied zwischen Dunkel- und Lichtkulturen, die bei gleichen Temperaturen gehalten waren, beobachten. Die Dunkelkulturen scheinen schneller den Höhepunkt des Wachstums zu erreichen, woraus ich auf einen hemmenden Einfluß der Lichtwirkung schließen zu können glaube.

### Einfluß von Bewegung.

Die Tatsache, daß Bakterien bei geringeren mechanischen Erschütterungen ein üppigeres Wachstum zeigen, findet sich auch bei der *Zoogloea ramigera* bestätigt. Zur Ausführung des Versuches wurde eine ungefähr  $\frac{1}{2}$  m lange Glasröhre an einem Ende zugeschmolzen, mit 30—40 ccm Nährlösung gefüllt, sterilisiert, beimpft und auch am anderen Ende zugeschmolzen. Die so geschlossene Röhre wurde dann an dem senkrechten Triebrade eines Maischrührwerkes befestigt, das durch einen Elektromotor betrieben war. Bei 22 Touren und ungefähr 12-stündiger täglicher Laufzeit zeigte sich schon am 1. Tage ein Fortschritt im Wachstum gegenüber einer analog behandelten Röhre, die aber in Ruhe belassen wurde. Nach 8-tägiger Versuchsdauer hatten sich in der rotierenden Röhre überaus zahlreiche kleinere und größere Hautflocken gebildet, während die Menge der Haut, die in der in Ruhe belassenen Röhre gewachsen war, augenscheinlich geringer war. In ersterer konnte unter dem Mikroskope auch eine sehr große Menge Schwärmer bemerkt werden, die sich häufig im Teilungsstadium befanden. Allerdings dürfte bei Versuchen dieser Art nicht nur der Einfluß der mechanischen Bewegung, sondern auch die innige Mischung mit der in der Röhre mit eingeschlossenen Luft eine Rolle spielen.

### Das natürliche Vorkommen der *Zoogloea ramigera* und ihre Beziehungen zur Abwasserreinigung.

Die Angaben in der Literatur über das Vorkommen der *Zoogloea ramigera* stimmen darin überein, daß dieselbe an verhältnismäßig stark verschmutzten Stellen teils mit *Sphaerotilus natans* teils ohne diesen zu gedeihen pflegt. Itzigsohn (1) fand sie „in sich zersetzenden Algenstrukturen.“ Marrson (14) beschreibt ihr Auftreten in den Kanälen, die von den Klärbecken bei den Rieselfeldern der Charlottenburger Abwässer in Karolinenhöhe bei Gatow wegführen und stinkendes Wasser enthalten an Stielen von *Epystilis coarctata*; in entfernter liegenden Gruben findet er „*Sphaerotilus natans* zusammen mit großen Mengen seines „Entwicklungsstadiums“, der *Zoogloea ramigera*“. Er beobachtet, daß sich die *Zoogloea ramigera* in Abwässern bildet, in denen *Sphaerotilus* noch nicht zur Entwicklung kommt, daß sich letzterer aber in dem erst mehr gereinigten Laufe aufhält; auch in den oberen

Schichten von Oxydationskörpern ist die *Zoogloea ramigera* anzutreffen, eine den aeroben Charakter des Pilzes bestätigende Erscheinung. Nach Kolkwitz (15) kommt der Pilz nicht selten an Uferbohlen, Pfählen, Schilf usw. an verhältnismäßig stark verschmutzten Stellen mit *Sphaerotilus* vor.

Die Beschaffenheit des Wasserlaufes, der die Hügelhänge von Mauer bei Wien durchfließt und dem ich die Rohvegetation entnommen, habe ich bereits unter „Gewinnung des Ausgangsmateriales“ eingehend geschildert. Ähnliche Zustände zeigten auch die anderen Gewässer, in denen ich das Auftreten der *Zoogloea ramigera* bemerkt habe. In den Wintermonaten waren durchwegs keine Zoogloeenmassen makroskopisch wahrzunehmen; in der wärmeren Jahreszeit war das Bachbett mit flutenden Schleimmassen bedeckt, die sich an überhängenden Grashalmen und an den Steinen des Bachbettes festhielten; sie erwiesen sich als *Sphaerotilus* kolonien, die mit Zoogloeen durchwuchert waren. Von Röhrenverstopfungen, die ausschließlich durch massenhaftes Auftreten der *Zoogloea ramigera* herbeigeführt wurden, ist in der Literatur nichts zu finden; in glasierten Tonröhren dürften sich meines Erachtens überhaupt nur ganz geringe Spuren vorfinden; eher können unglasierte oder Zementröhren derartige Übelstände hervorrufen, da ich bei einer der letzteren, die durch das Spülwasser einer Klosterküche geleitet wurde, ganz ansehnliche Mengen dieses Pilzes vorfand.

Es erübrigt noch, kurz auf die chemische Beschaffenheit des Abwassers zurückzukommen, dem ich die Rohvegetationen der *Zoogloea ramigera* entnahm. Unmittelbar unter dem letzten Abwasserzuflusse ergab sich bei mehrfach wiederholten Analysen ein zwischen 90 und 100 mg schwankender Kaliumpermanganatverbrauch pro Liter. Der Abdampfrückstand der gleichen Menge betrug im Mittel 0,784 g; der Glühverlust bewegte sich zwischen 0,143 und 0,165 g. Nach der Ansicht von Flügge (11) konnte auf größere Mengen organischer Substanz noch daraus geschlossen werden, daß beim Glühen des Abdampfrückstandes der Schaleninhalt schwarz und erst nach längerem Glühen weiß wurde. Die Reaktion des Wassers war schwach alkalisch, Chlor, Salpetersäure, salpetrige Säure und Ammoniak nachzuweisen.

Aus dem Vermögen des Organismus der *Zoogloea ramigera*, von Pepton und Asparagin Ammoniak abzuspalten, Nitrate in freien Stickstoff überzuführen, Zellulose, wenn auch nur schwach, anzugreifen, Kohlenhydrate in seine Körpersubstanz zu verwandeln und organische Substanz zu oxydieren, erhellt seine Bedeutung für die Abwasserreinigung. Die Bildung von Ammoniak aus Pepton durch Mikroorganismen wird von Frankland (8) angezweifelt; jedenfalls ist sie im Vergleiche zu der aus Asparagin eine verschwindend geringe zu nennen. Diese, sowie das Festlegen der Kohlenhydrate in Körpersubstanz dürfte bei Abwässern aus Haushaltungen, Brauereien, Brennereien, Stärke- und Zuckerfabriken eine Rolle spielen.

Eine größere Bedeutung kommt dem Denitrifikationsprozesse zu, da durch ihn zahlreiche Bestandteile des Abwasserballastes in gasförmigem Zustande entweichen. Ferner werden die gelösten, organischen, zur Fäulnis neigenden Stoffe bei der Umwandlung in Leibessubstanz, als Kohlensäure teils abgeschieden, teils dienen diese, im Körper festgelegt, als Nahrung für Protozoen und höher organisierte Lebewesen. So dürften diese Eigenschaften besonders für Abwässer aus Schlachthäusern, Molkereien, Käsereien, Fabriken der Margarine-, Leim-, Fett-, Öl- und Seifenindustrie von Bedeutung sein.

Daß sich die *Zoogloea ramigera* auch auf den Oxydationskörpern biologischer Reinigungsanlagen findet, wurde schon früher erwähnt.

Für die Beurteilung von Abwässern stellt diese Bakterienart schließlich einen Leitorganismus für sehr starke Verschmutzung vor.

***Zoogloea ramigera*, *Sphaerotilus natans* und *Cladothrix dichotoma*.**

In der einschlägigen Literatur finden sich bis in die jüngste Zeit Notizen, in denen ein Zusammenhang zwischen der *Zoogloea ramigera* und *Sphaerotilus natans* einerseits und *Cladothrix dichotoma* andererseits herzustellen versucht wird. Beim Vergleiche der von verschiedenen Autoren der letzten Zeit an *Sphaerotilus natans* und *Cladothrix dichotoma* vorgenommenen Untersuchungen an Reinkulturen mit den von mir bei der *Zoogloea ramigera* gefundenen Resultaten glaube ich, annehmen zu dürfen, daß ein Zusammenhang zwischen den erstgenannten und der letzteren nicht besteht, daß vielmehr die *Zoogloea ramigera* eine eigene Gattung vorstellt. Im folgenden seien die von Zikes (2) bei *Sphaerotilus natans* und die von Zikes (2) und Linde (4) bei *Cladothrix stichotoma* gemachten Beobachtungen meinen Untersuchungsergebnissen bei der *Zoogloea ramigera* gegenübergestellt.

<i>Sphaerotilus natans</i> .	<i>Zoogloea ramigera</i> .	<i>Cladothrix dichotoma</i> .
<p>1. Wächst in Rohkulturen makroskopisch betrachtet in fadenförmig verzweigten Bildungen.</p> <p>2. Die Haftkissen sitzen loser, die Abspülung der Fäden von glatten Glaswandungen ist leicht möglich.</p> <p>3. Die Fäden sind durchschnittlich 2—3 <math>\mu</math> breit.</p> <p>4. Pseudoramifikation ist äußerst selten.</p> <p>5. Besitzt fast stets nur eine seitlich inserierte Geißel.</p> <p>6.</p> <p>7. Kann geringe Mengen Glykogen speichern.</p> <p>8. Wächst in 0,5‰ Fleischextraktlösung sehr gut.</p>	<p>1. Zeigt in Rohkulturen makroskopisch schleimige Massen ohne jede typische Form.</p> <p>2. Haftet überhaupt nicht an den Gefäßwänden, sondern folgt stets der Oberfläche der Flüssigkeit.</p> <p>3. Die Breite der seltener auftretenden fadenartigen Zellverbände ist durchschnittlich 1 <math>\mu</math>.</p> <p>4. Pseudoramifikation tritt nie ein.</p> <p>5. Bildet immer nur eine polar inserierte Geißel aus.</p> <p>6. Einheitliche Fäden treten nie auf; längere fadenartige Verbände sind an der häufigen Querteilung stets als Zellverbände zu erkennen.</p> <p>7. Glykogen- und Volutinbildung tritt nie ein.</p> <p>8. Wächst in 0,5‰ Fleischextraktlösung schwächer. Die optimale Konzentration liegt erst bei 1 % Fleischextraktlösungen.</p> <p>Wächst auf der von Linde angegebenen asparaginhaltigen Nährlösung nicht gut.</p>	<p>1. Wächst in Rohkulturen makroskopisch betrachtet in Büscheln.</p> <p>2. Die Haftkissen sitzen fester an den Gefäßwänden.</p> <p>3. Die Fäden sind durchschnittlich 1½—2½ <math>\mu</math> breit.</p> <p>4. Pseudoramifikation ist häufig.</p> <p>5. Bildet ein subpolares (lophothriches) Geißelbüschel aus.</p> <p>6. Unter Umständen werden keine Querwände in den Fäden ausgebildet, so daß diese einheitliche Fäden bilden.</p> <p>7. Kann Volutin speichern.</p> <p>8. Zeigt auf der von Linde angegebenen asparaginhaltigen Nährlösung starkes Wachstum.</p>

## Fortsetzung.

Shpaerotilus natans.	Zoogloea ramigera.	Cladotrix dichotoma.
<p>9. Wächst in Nähragar, Nährbouillon, Hefewasser, Heudekokt nicht.</p> <p>10. Gelatine wird rasch, unter Umständen sogar sehr rasch verflüssigt.</p> <p>11. Temperaturmaximum 35° C.</p> <p>12. Natürliches Vorkommen: Wächst in üppigen Massen und zwar in Wässern, die einen höheren Grad der Verschmutzung aufweisen.</p>	<p>9. Zeigt in Nähragar minderes, in Nährbouillon, Hefewasser, Heudekokt gutes Wachstum.</p> <p>10. Gelatine wird niemals verflüssigt, sondern nur aufgezehrt.</p> <p>11. Temperaturmaximum 37° C. Temperaturoptimum 25° C, Temperaturminimum 2—3° C.</p> <p>12. Natürliches Vorkommen: Wächst in geringerem Maße in den von Sphaerotilus bevorzugten Wässern und liebt stärker verunreinigte Wässer.</p>	<p>9.</p> <p>10. Gelatine wird langsam verflüssigt.</p> <p>11. Temperaturoptimum 30—35° C, Temperaturminimum 10° C.</p> <p>12. Natürliches Vorkommen: Findet sich in verhältnismäßig reineren Wässern, in denen Grünalgen, Electea canadensis und ähnliche noch gedeihen.</p>

## Die systematische Stellung der Zoogloea ramigera.

Itzigsohn bezeichnet die von ihm gefundene *Zoogloea ramigera* als eine neue Art der *Zoogloea termo* (Chon); die letztere stellt Rabenhorst in *Flora europaea algarum* 1864—1868 unter die Grünalgen bei *Palmella mucosa*, welche Zuteilung heute natürlich nur historisches Interesse besitzt. Nach der bei Kolkwitz (15) angegebenen Systematik wird sie zu den Chlamidobakteriaceen gerechnet, deren Schläuche und Fäden unecht verzweigt und deren Zellen in geweihartig verzweigter Gallerte eingebettet sind. Emmerling (16) zählt sie den Polysaprobien zu. Jensen, Lehmann und Neumann, Matzschita, Mez, Migula, erwähnen sie in ihren Systemen überhaupt nicht.

Nach meinen, an Reinkulturen wahrgenommenen Beobachtungen muß man die *Zoogloea ramigera* zu den einfacher gebauten Bakteriaceen rechnen; dieselben Chlamidobakteriaceen zuzuweisen, liegt nach meiner Ansicht absolut kein Grund vor, da dieselbe nur unter gewissen Umständen sich zu kurzen Coenobien in Fadenform vereinigt, wie dies ja auch so häufig bei vielen anderen, einfacher gebauten Spaltpilzen zu beobachten ist, wie z. B. bei *Bacillus subtilis*, *B. filiformis*, Essigbakterien, *Bacterium Zopfii*, *Bacillus anthracis* und vielen anderen. Da für die Chlamidobakteriaceen sich die fadenförmige Coenobienbildung von einer Zelle aus bis zum Absterben des ganzen Zellstaates erstreckt und die Abtrennung einzelner Individuen fast nur im Schwärmerstadium vor sich geht, so wäre die Zuweisung der *Zoogloea ramigera* zu den Chlamidobakteriaceen eine Zwangsmaßregel, die in der ganzen Bakteriologie kein Analogon hat. Da die *Zoogloea ramigera* andererseits keine Sporen bildet, so glaube ich, kann dieselbe ohne weiteres in die Untergruppe „*Bacterium*“ nach der Nomenklatur von Mez und anderen eingereiht werden.

Ich möchte mir daher vorzuschlagen erlauben, dieselbe auf Grund meiner Untersuchungen *Bacterium Zoogloeeae ramigerae* (Blösch)



zu benennen. Ich glaube, daß diese Bezeichnung ganz gut haltbar ist, indem ja der charakterisierende Genetiv auch zur Benennung anderer Bakterien bereits Verwendung fand. Ich möchte hier nur auf die Bezeichnung eines Milchsäurebakteriums, das den Namen *Bacterium acidilactici*, oder auf die eines Essigbakteriums, das die Benennung *Bacterium acetii* führt, hinweisen.

### Zusammenfassung.

#### Morphologie.

Die Zellen der *Zoogloea ramigera* (Itzigs.) bilden Stäbchen (durchschnittlich  $1\ \mu$  breit,  $2\text{--}3\ \mu$  lang), die zur Krümmung in der Ebene neigen, große Polymorphie aufweisen und deren Granula nur aus fettartigen Körpern bestehen. Selten treten längere, fadenförmige Zellverbände mit deutlicher Querteilung auf. Die Schwärmer sind monothrich, monopolar begeißelt und von einer Kapsel eingeschlossen. Der die Zellen umgebende Schleim bildet geweihartig oder traubenförmig verzweigte Zoogloeen aus und kann als Dextranverbindung angesprochen werden. Die Färbung nach Gram ergibt, daß der Pilz gramnegativ ist. Nur die stärker tingierenden Farbstoffe, wie Ehrlichsche Lösungen, Ziehlsche Lösungen, werden leicht aufgenommen und festgehalten, während das Tingierungsvermögen für die schwächer tingierenden Lösungen ein sehr geringes ist.

#### Physiologie.

Auf den gewöhnlichen, kollektiven Nährböden ist gutes Wachstum in Nährbouillon, Heudekott und Hefewasser, schwaches Wachstum auf Nähragar und Peptonwasser zu beobachten. Die für Abwasserpilze ähnlichen Charakters bisher angewendeten, schwach konzentrierten Nährlösungen genügen nicht, da das Wachstumsoptimum bei höher konzentrierten Nährsubstraten liegt. Von den Stickstoffquellen: Pepton, Asparagin, Kalisalpete und Ammoniumsulfat ist besonders Asparagin gut assimilierbar; unter den Kohlenstoffquellen: Mono-, Di-, Tri- und Polysacchariden der Hexosen ergibt sich kein besonderer Unterschied im Einfluß auf das Wachstum. Von Pepton und Asparagin wird Ammoniak abgespalten, in nitrathaltigen Nährlösungen tritt Denitrifikation ein. Zellulose wird schwach angegriffen, freier Stickstoff nicht assimiliert, ebenso auch nicht die einfacher gebauten, in der Luft vorkommenden Ammoniumverbindungen. Das oxydierende Vermögen ist zumindest bei Laboratoriumsversuchen bedeutend. Der Pilz ist obligat aërob. Das Temperaturminimum liegt bei  $2\text{--}3^{\circ}\text{C}$ , das Temperaturoptimum bei  $25^{\circ}\text{C}$  und das Temperaturmaximum bei  $37^{\circ}\text{C}$ . Lichteinwirkung übt nur unbedeutenden Einfluß aus, Bewegung äußerst günstigen. Die Untersuchung an Reinkulturen ergab demnach keinen Zusammenhang zwischen *Sphaerotilus natans* (Kütz.) und *Cladothrix*

*dichotoma* (Chon) einerseits und *Zoogloea ramigera* (Itzigs.) andererseits. Für die Abwasserreinigung kommt ihr denitrifizierendes, kohlenhydratassimilierendes und Zellulose zerstörendes Vermögen in Betracht. Ihre Stellung in der Literatur zu den Polysaprobieren wird als richtig erkannt, ihre Einreihung als *Bacterium Zoogloeeae ramigerae* (Blösch) in das Genus *Bacterium* nach der Nomenklatur von Mez und anderen als nicht sporenbildend vorgeschlagen.

Am Schlusse meiner Arbeit angelangt, ist es mir eine angenehme Pflicht, der österreichischen Versuchsstation und Akademie für Brau- und Malzindustrie in Wien für die Ermöglichung der Arbeit, besonders aber dem Vorstande des gärungsphysiologischen Laboratoriums dieses Institutes, Herrn Professor Dr. Heinrich Zikes, für seine ungemein lebenswürdige Unterstützung in Rat und Tat meinen wärmsten Dank auszusprechen.

#### Literatur.

1. Sitzungsber. d. Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin 1867. Berlin 1868.
2. Zikes, Vergleichende Untersuchung über *Sphaerotilus natans* (Kützing) und *Cladotrix dichotoma* (Chon) auf Grund von Reinkulturen. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 43. No. 19/24.)
3. —, Ein neuer kleiner Schüttelapparat für gärungsphysiologische Arbeiten. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 11. 1904.)
4. Linde, P., Zur Kenntnis von *Cladotrix dichotoma* (Chon). (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 39. H. 15/17.)
5. Kofler, Myxobakteriaceen der Umgebung von Wien. 1913.
6. Behrens, Hilfsbuch zur Ausführung mikroskopischer Untersuchungen im botanischen Laboratorium.
7. Oppenheimer, Die Fermente und ihre Wirkungen. Leipzig 1900.
8. Lafar, Handbuch d. techn. Mykologie. 1904—1906.
9. Iterson, Zersetzung von Zellulose durch aërobe Mikroorganismen. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 11. 1904.)
10. Günther, Einführung in das Studium der Bakteriologie.
11. Gärtner, A., Die Hygiene des Wassers. 1915.
12. Wolf, K., Abtötung von Bakterien durch Licht und Selbstreinigung der Flüsse. (Deutsch. med. Wochenschr. 1906.)
13. Höflich, Österr. Monatsschr. f. Tierheilk. 1901.)
14. Marrson, M., Die Abwasserflora und -fauna einiger Kläranlagen für die Reinigung städtischer Abwässer. (Mitt. d. königl. Prüfungsanst. f. Wasserversorg. u. Abwässerbeseit. 1904. H. 4.)
15. Kolkwitz, R., Pilze. I. Schizomycetes.
16. Emmerling, Praktikum der chemischen, biologischen und bakteriologischen Wasseruntersuchung. 1914.

*Nachdruck verboten.*

## Über die Wachstumsbedingungen der Abwasserpilze *Leptomit* und *Sphaerotilus*.

(Nach Versuchen von Hofer und Trommsdorff.)

[Aus der Kgl. Bayr. Biolog. Versuchsstation für Fischerei München.]

Von Dr. Richard Trommsdorff.

In Wässern, in denen reichlich organische, zersetzungsfähige Substanzen vorhanden sind, findet bekanntlich stets eine starke Entwicklung von Organismen, denen diese Stoffe als Nahrung dienen, statt. Kolkwitz und

Marsson (1) haben diese Organismen mit dem Namen „Saprobien“ (Abwässerorganismen) belegt. Es ist nun anerkannt, daß für mehr oder weniger starke Verunreinigungen bestimmte Organismen charakteristisch sind; diese werden daher als typische Leitorganismen und je nach dem Verschmutzungsgrad, für den sie charakteristisch sind, als Poly-, Meso- und Oligosaprobien (Kolkwitz-Marsson) bezeichnet.

Unter den Leitpflanzen sind am meisten charakteristisch die vor allem im Winter (November-März) auftretenden Wasserpilze *Beggiatoa*, *Sphaerotilus* und *Leptomit*, von denen nach Kolkwitz und Marsson die beiden ersten den Polysaprobien zuzurechnen wären, während *Leptomit* den Übergang von Poly- zu Mesosaprobien bildet.

*Beggiatoa* entwickelt sich nur, wo sich Schwefelwasserstoff findet, dessen dieser Pilz zu seinem Gedeihen bedarf, und der Befund von größeren mit bloßem Auge sichtbaren Mengen *Beggiatoa* läßt nach Kolkwitz und Marsson (2) mit Sicherheit auf schwefelwasserstoffhaltige Abwässer schließen.

Hinsichtlich des massenhaften Auftretens von *Sphaerotilus* und *Leptomit* in Zuckerfabrikabwässern gegen Ende der Campagne schreiben diese Autoren (3): „Bald tritt der eine von diesen Pilzen auf, bald der andere; *Sphaerotilus* wird sich mehr finden in Flüssen mit langsamem Lauf, *Leptomit* mehr in strömendem Wasser und Bächen. Beide zeigen aber mit Sicherheit an, wenn sie als dicke Flocken dahintreiben..... oder gar das ganze Bachbett mit lämmerschwanzartigen Massen bekleiden, daß hier eine erhebliche Verunreinigung vorliegt. Auch für Molkereien und Brennereien sind diese Pilze typisch, nicht minder für die Abflüsse der Rieselfelder. In allen Fällen bildet die Hauptquelle der Verunreinigungen faulende, stickstoffhaltige organische Substanz“. Nach Mez kann dagegen nur das Wachstum von *Sphaerotilus*, nicht aber von *Leptomit*, als Indikator erheblicher Verunreinigung angesehen werden. Dieser Autor schreibt (4): „Die Organismen aller fäulnisfähigen Abwässer sind die gleichen: *Sphaerotilus*, *Leptomit*, *Beggiatoa*. . . . Die genannten Organismen verhalten sich derart verschieden, daß in stinkend faulem Wasser *Beggiatoa* (zugleich mit Bakterienzoogloen) Charakterpflanze ist; daß in sehr stark verunreinigtem (aber nicht stinkend faulem) Wasser *Sphaerotilus* vorkommt, während *Leptomit* erst in beträchtlich reinerem Wasser auftritt. Durch diese 3 Pilze wird es also möglich, verschieden starke Stufen der Wasserverunreinigung zu definieren“. . . . „daß Wachstum von *Leptomit* nicht auf über das Gemeinübliche gehende Wasserverunreinigung schließen läßt; *Beggiatoa* und *Sphaerotilus* in ausgedehnten Vegetationen dagegen soll ein Abwasser nicht mehr hervorbringen“ (5).

Während nach Mez die Ernährungsbedingungen von *Sphaerotilus* einerseits, von *Leptomit* andererseits also ziemlich abweichende sein müßten, wären nach Marsson und Kolkwitz ziemlich analoge Ansprüche der beiden Pilze hinsichtlich der ihr Gedeihen begünstigenden Nährstoffe anzunehmen. Auf diese, aus der Literatur sich ergebenden Widersprüche sei hier nur hingewiesen; sie wären jedenfalls nur durch eingehende vergleichende ernährungsphysiologische Versuche mit den beiden genannten Abwasserpilzen zu klären.

Uns interessierten die Ernährungsbedingungen der beiden Pilze, aber von einem anderen Gesichtspunkte aus: Kolkwitz, der eine eingehende

Arbeit über Bau und Leben von *Leptomit* veröffentlicht hat (6), kommt nämlich auf Grund seiner experimentalphysiologischen Versuche zu dem, den Unbefangenen zweifelsohne in gewisser Weise überraschenden, Ergebnis, „daß *Leptomit* zu üppigem Gedeihen vorwiegend hochmolekularer Stickstoffverbindungen bedarf“, daß dieser Pilz, wiewohl seine Membranen aus reiner Cellulose aufgebaut sind, „offenbar seinen größten Bedarf an organischen Substanzen aus Eiweiß und eiweißartigen Verbindungen deckt“, daß in Vorflutern, die Abwässer aus Städten, Zuckerfabriken, Stärkefabriken, Schlachthäusern usw. aufnehmen, mit Fortschreiten des Mineralisierungsprozesses für den Pilz immer unzureichendere Existenzbedingungen eintreten“ und „daß die Kohlehydrate bei der Ernährung des *Leptomit*, wenn überhaupt, so jedenfalls eine untergeordnete Rolle spielen“. Und diese Angaben von Kolkwitz beherrschen heute die Literatur. Die aus dem Anfang der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts stammenden Angaben von Ferdinand Cohn (7), daß die im Abwasser, wenn auch in geringen Mengen, vorhandenen Kohlehydrate das Wachstum der Pilze, speziell des *Leptomit*, verursachen — die Praktiker pflegen *Leptomit*, und oft auch *Sphaerotilus*, als „Zuckeralge“ zu bezeichnen — werden nur noch historisch angeführt.

Betreffs der Ernährung von *Sphaerotilus*, über den eingehende ernährungsphysiologische Untersuchungen fehlen, gibt Kolkwitz an (8), daß von ihm „anzunehmen ist, daß er sich hauptsächlich von hochmolekularen Stickstoffverbindungen ernährt“ und daß die Annahme, daß die Ernährung dieses Pilzes sehr von der des *Leptomit* abweicht, wenig wahrscheinlich erscheint (9). Und auch Marsson schreibt (10): „Man findet diesen Pilz (sc. *Sphaerotilus*) überall, wo größere Fäulnisprozesse sich im Wasser abspielen, so besonders an Ausflußstellen von Abwässern, die reich sind an stickstoffhaltiger organischer Substanz“.

Es ist nun von höchster praktischer Bedeutung — auf die näher einzugehen hier nicht der Ort ist —, ob die auf die Versuche von Kolkwitz sich stützenden Anschauungen der neueren Zeit, daß bei der Ernährung der beiden Pilze *Leptomit* und *Sphaerotilus* hochmolekulare Stickstoffverbindungen die wichtigste, Kohlehydrate dagegen, wenn überhaupt, eine untergeordnete Rolle spielen, tatsächlich berechtigt sind. In diesem Falle wäre nämlich zu denken, daß unter Umständen städtische Abwässer das Wachstum der beiden Pilze mehr begünstigten als Zuckerfabrikabwässer, und die Forderung von Kolkwitz (11), „daß bei Reinigung von Zuckerfabrikabwässern vor allem auf Beseitigung der stickstoffhaltigen fäulnisfähigen Stoffe gesehen werden muß“, bestände zu Recht. Die langjährigen Erfahrungen der Kgl. bayr. Biolog. Versuchsstation und die Ergebnisse gewisser, schon vor Jahren durch Herrn Prof. Dr. Graf ausgeführter Versuche über das Wachstum von *Leptomit* und *Sphaerotilus* in Zellulosefabrikabwässern stimmen aber nicht zu den von Kolkwitz, Marsson usw. vertretenen Versuchsergebnissen und Anschauungen. Die dies-

seitigen Erfahrungen sprechen vielmehr dafür, daß das Wachstum von *Leptomit* und *Sphaerotilus* durch Zucker stark gefördert wird und daß auch in Wässern mit bereits mineralisiertem Stickstoff, wenn nur genügend Kohlehydrate zur Verfügung stehen, die beiden Pilze gut gedeihen.

Herr Professor Hofer forderte mich daher auf, die Ernährungsfrage des *Leptomit* in der angedeuteten Richtung experimentell erneut zu prüfen. Er selbst übernahm analoge Versuche mit *Sphaerotilus*. Über die Ergebnisse dieser Versuche soll im Folgenden berichtet werden:

## I. Versuche mit *Leptomit*.

### A. Reinkultur des *Leptomit*.

Reinkulturen von *Leptomit* kann man auf verschiedene Weise gewinnen. Die von Kolkwitz (12) angegebene Mehlwurmmethode ist u. E. n. zu umständlich. Nach verschiedenen Versuchen (besonders auch mit verschiedenen Kulturmedien), auf die hier einzugehen sich erübrigt, empfiehlt es sich am meisten, in folgender einfachen Weise, die allerdings die Grundlagen bakteriologischer Kulturtechnik voraussetzt, vorzugehen:

Mit bloßem Auge ist es bekanntlich meist nicht möglich, *Leptomit*-Flocken von *Sphaerotilus*-Flocken zu unterscheiden. Man muß daher von den verschiedensten Wuchsstellen von Pilzen Flocken entnehmen (am besten jedesmal eine Flocke in ein besonderes Gläschen) und im Laboratorium mikroskopisch suchen, bis man in einer Flocke nur Fäden von *Leptomit* sieht; häufig wachsen nämlich *Leptomit* und *Sphaerotilus* durcheinander (auch oft Schimmelpilze dazwischen). Die mikroskopische Diagnose ist nicht schwer (*Sphaerotilus*, ein Fadenbakterium, nur einige  $\mu$  dick; *Leptomit*, eine Saprolegniacee, 16 bis 20  $\mu$  dick, Mycel eingeschnürt). — Von einer Flocke, die man als reines *Leptomit* Material erkannt hat, bringt man nach mehrmaligem, möglichst ausgiebigem Waschen in steriler Stammlösung<sup>1)</sup> + 0,1 Proz. Pepton + 0,5 Proz. Rohrzucker, kleine, mit steriler Scheere abgeschnittene Spitzenstückchen mittels steriler Nadel auf Gelatineplatten mit Gelatine folgender Zusammensetzung:

Pepton Witte . . . .	0,5 %
Rohrzucker . . . . .	0,5 %
Gelatine . . . . .	8 %

Die Stückchen werden möglichst flach aufgelegt. Von den Flöckchen aus wächst der Pilz feinstrahlig nach allen Seiten hin. Bereits nach 2 Tagen hat die Kolonie einen Durchmesser von etwa 1 cm. Man sucht nun mit Lupenvergrößerung (am bequemsten binokulare Präparierlupe) nach Randsprossen, zwischen denen keine oder möglichst wenig Bakterienkolonien zu sehen sind, und bringt die betr. Gelatinepartie, die man im Umkreis etwa einer kleinen Linse mit steiler Platinnadel umsticht und dann mit umgebogener Platinöse abhebt, auf eine neue Gelatineplatte und setzt dies Verfahren fort, bis man absoult bakterienfreie Reinkulturen hat. Dies gelingt häufig schon von der ersten Platte aus. Hat man dann auf Gelatineplatten Reinkulturen (die etwa vom 6. Tag an im Zentrum zu verflüssigen beginnen, infiltrierendes Wachstum zeigen, von den Randpartien aus immer weiter wachsend, binnen 8—14 Tagen meist die ganze Platte überziehen), so kann man wieder in der beschriebenen Art umstochene, linsengroße Gelatinepartikelchen mit Pilzfäden abheben und in flüssigen Nährboden übertragen, der am einfachsten und zweckmäßigsten — von uns als optimale Nährlösung befunden — folgende Zusammensetzung hat: Stammlösung + 0,5 Proz. Pepton + 0,5 Proz. Rohrzucker. In dieser Nährlösung (wir benutzten immer weit-

<sup>1)</sup> Als Stammlösung<sup>1)</sup>, bezeichnen wir eine Lösung von annähernd normaler Zusammensetzung unserer Vorflutwässer:

MgSO <sub>4</sub> . . . . .	0,05 g
CaSO <sub>4</sub> . . . . .	0,05 g
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> . . . . .	0,1 g
NaCl . . . . .	0,1 g
FeCl <sub>3</sub> . . . . .	0,001 g
Aq. dest. . . . .	1000,0 g

halsige sogen. Saftgläser von ca. 100 ccm Inhalt mit ca. 50 ccm Flüssigkeit gefüllt) wächst *Leptomit* schon in 1—2 Tagen zu einem schönen, strahligen Pilz von etwa Haselnußgröße heran, der sich allmählich weiter vergrößert und bald, meist am Boden haftend, die ganze Flasche einnimmt. Das Habitusbild einer solchen ruhig stehenden Kultur entspricht den Abbildungen auf Tafel II der Abhandlung von Kolkwitz (13). Für Weiterimpfungen aus flüssigem Material empfiehlt es sich, die Kulturflasche, wenn der Pilz etwas gewachsen ist (also am 2.—3. Tag), kräftig zu schütteln; es lösen sich dann zahlreiche kleine Randpartikelchen ab, die zu Weiterimpfungen benutzt werden können. Nach dem Schütteln wächst übrigens jedes der abgeschüttelten Partikelchen wieder zu einem Pilz heran, so daß in so geschüttelten Kulturen schon binnen etwa 8 Tagen die ganze Kulturflasche dicht voll allmählich verfilzender Vegetationen ist.

Erwähnt sei, daß es nicht gelang, aus einzelnen Gliedern des Pilzes, wie man sie unter dem Mikroskop — nach Art des „Fischens“ von Bakterienkolonien — mit einer Platin- oder Glasnadel leicht von den Gelatineplattenkulturen abheben kann, Vegetationen zu erhalten; es mußte immer, wie oben beschrieben, ein kleines Gelatinestückchen mit daran haftenden Vegetationen übertragen werden.

Zweckmäßig werden die Flüssigkeitsreinkulturen (von uns im folgenden als „Stammkulturen“ bezeichnet) etwa alle 8—14 Tage umgeimpft. (Eine Originalkultur wurde so von mir durch etwa 1½ Jahre, dauernd mit tadellosem, flott strahligem Wachstum in der Abimpfung, fortgeführt.) Doch konnten auch noch von 6 Wochen alten Kulturen frische Kulturen gewonnen werden.

Sehr wichtig ist natürlich eine ständige Kontrolle der Reinkultur; sie muß, abgesehen von mikroskopischer Besichtigung, bakteriologisch geschehen a) durch Überimpfung von je 1 ccm der Kulturflüssigkeit in Nährbouillonproben und Beobachtung dieser bei 37° und 22°, b) um auch der Abwesenheit stickstoffsammelnder Bakterien sicher zu sein, durch Abimpfungen auf stickstofffreie bzw. -arme Nährböden, wie sie zur Kultur dieser Organismen benutzt werden (Kieselsäureplatten, Zuckeragar aus „stickstoffarmem“ Agar).

Endlich sei hier noch bemerkt, daß unser gesamtes *Leptomit* material aus der Isar bei München (entnommen bei der Bogenhauser Brücke) stammte.

## B. Die Stickstoffquellen des *Leptomit* und die wachstumsfördernde Wirkung von Zucker.

Um zu prüfen, ob *Leptomit* anorganischen Stickstoff zu seiner Ernährung benutzen kann und ob Zucker das Wachstum dieses Pilzes fördert, sind wir so vorgegangen, daß wir Lösungen der zu prüfenden Salze in Stammlösung (s. p. 65), und zwar a) ohne Zusatz von Zucker und b) mit Zusatz von 1 Proz. Rohrzucker einimpften. Verwendet wurden jedesmal 100 ccm 0,01 proz. Lösung der zu prüfenden Salze (in Saftflaschen). Als Impfmateriale diente jedesmal ein möglichst kleines Flöckchen aus 2 Tage alter „Stammkultur“ (so bezeichnen wir, wie erwähnt, unsere im vorigen Abschnitt beschriebenen Flüssigkeitskulturen).

Das Ergebnis der ersten Versuche, die zweimal nacheinander angesetzt wurden, ist aus der folgenden Tabelle I ersichtlich.

Aus diesen ersten Versuchen ergab sich also, daß *Leptomit* in 0,01 proz. Lösungen der 4 geprüften Ammonsalze schwaches Wachstum, in einem der Versuche besseres Wachstum zeigte, und daß ein Zusatz von 1 Proz. Rohrzucker in 5 der angesetzten 8 Versuche deutlich wachstumsfördernd wirkte, so daß von den mit Zucker versetzten 8 Flaschen bei 4 besseres, bei 1 gutes Wachstum des eingeimpften *Leptomit* festgestellt werden konnte. Daß die Versuche (wie auch die späteren) nicht sämtlich ganz gleichmäßig ausfielen, dürfte seinen Grund darin haben, daß von den Impfstückchen, die, wie bereits erwähnt, stets so klein wie möglich genommen wurden das eine besser, das andere weniger gut anwuchs, wie wir das analog auch bei unsern Stamm-

Tabelle I.  
Wachstum von *Leptomit* in Stammlösung

+ 0,01 %		a) ohne Zucker	b) mit Zusatz von 1 % chem. reinem Rohrzucker
Ammonchlorid	1. Versuch	+	++
	2. „	+	+
Ammonkarbonat	1. Versuch	+	+
	2. „	+	++
Ammonsulfat	1. Versuch	+	++
	2. „	++	+++
Ammonphosphat	1. Versuch	+	+
	2. „	+	++

Es bedeutet dabei (auch in den späteren Tabellen):

1. + schwaches, aber deutliches Wachstum,
2. ++ besseres Wachstum, als bei 1,
3. +++ gutes Wachstum,
4. ++++ üppiges Wachstum.

kulturen, bei mehreren gleichzeitigen Abimpfungen aus einer Flasche, beobachten konnten.

Durch das Wachstum des Pilzes wurde in sämtlichen Ammoniaksalz-Zuckerlösungen Säure gebildet; von dieser war eine schädigende Wirkung auf das Weiterwachstum der betreffenden Kulturen anzunehmen. Es wurde daher noch ein dritter Versuch mit den 4 Ammoniaksalzen angesetzt, bei dem jedesmal noch eine Flasche außer 1 Proz. Rohrzucker einen Zusatz von 10 mg Calciumcarbonat (auf die 100 ccm Lösung) erhielt. Dieser Versuch hatte folgendes Ergebnis:

Tabelle II.  
Wachstum von *Leptomit* in Stammlösung + 0,01 %

	Ammon- chlorid	Ammon- karbonat	Ammon- sulfat	Ammon- phosphat
a) ohne Zucker . . . . .	+	+	+	++
b) + 1 % Rohrzucker. . . .	++	+	++	++
c) + 1 % Rohrzucker + 10 mg CaCO <sub>3</sub> auf 100 ccm Flüssig- keit . . . . .	+++	+++	+++	+++

Wurde also die entstehende Säure durch das zugesetzte Calciumcarbonat abgestumpft, so war das Wachstum in allen geprüften 4 Ammoniaksalz-Zuckerlösungen ein gutes.

Ein gleiches gutes Wachstum unseres Pilzes wurde in Ammoniaksalz-Zuckerlösungen — und zwar in Ammonphosphat- und in Ammonnitratlösungen — auch ohne Calciumcarbonatzusatz noch dadurch herbeigeführt, daß etwa jeden 3. Tag die Flüssigkeit aus den Kulturflaschen unter aseptischen Kautelen abgegossen und unter ebensolchen durch

frische, gleichartige Lösung ersetzt wurde. Bei dieser Methode wurden außer der gebildeten Säure eventuell sonstige gebildete, wachstumshemmende Stoffe beseitigt.

Ferner wurde versucht, fortlaufende Kulturen — nach Art der Stammkulturen — in 0,01 proz. Ammonphosphat- und Ammonnitratlösungen (Stammlösung) a) ohne Zucker, b) mit 1 Proz. Rohrzuckerzusatz zu züchten. Dies gelang in den Flaschen ohne Zuckerzusatz nur bis zur 3. Generation (bei dieser noch Spuren Wachstum). In den Flaschen mit Zuckerzusatz gelang aber die Fortführung gutwachsender Kulturen durch 6 Generationen (Versuch dann abgebrochen).

Analog den in Ammoniaksalzlösungen gewonnenen Ergebnissen gelang die Kultur des *Leptomit* auch in einer Lösung von 0,01 proz. Salpeter bzw. einer solchen + 1 Proz. Rohrzucker.

Endlich wurde noch ein Versuch angesetzt, in dem mittels der Wage die gewonnene *Leptomit*masse bestimmt wurde. Es wurde bei diesem Versuch ein 1000 ccm fassender Kolben mit 500 ccm einer Lösung von 0,01 proz. Ammonkarbonat + 1 Proz. Rohrzucker (in Stammlösung) beschickt, und durch diesen, nachdem er mit einem *Leptomit*-Flöckchen aus einer Stammkultur geimpft war, während 6 Wochen langsam Luft (die eine Waschflasche mit 10 Proz.  $H_2SO_4$  und eine zweite mit konzentrierter KOH passiert hatte) durchgeblasen. Das Ergebnis war:

Gewicht der feuchten Pilzsubstanz (nur mit Filtrierpapier abgepreßt) . . 3,311 g  
Gewicht der trockenen Pilzsubstanz (bei 110° getrocknet) . . . . . 0,153 g

Dieser Versuch zeigt also, daß zweifelsohne beträchtliche Mengen Pilzsubstanz in rein anorganischer Stickstofflösung bei Anwesenheit von Zucker gebildet werden können. (Daß bei diesem Versuch bakteriologische Kontrolle Reinheit ergab, sei besonders erwähnt, da der angeführte Versuch der drittangesetzte war; bei den beiden ersten Versuchen war Schimmelinfection störend dazwischengekommen).

Unsere Versuche haben also sämtlich erwiesen, daß *Leptomit* in Lösungen von Ammoniaksalzen oder Salpeter zu wachsen vermag, und daß das Wachstum des Pilzes in diesen Lösungen bei Zusatz von Zucker ein gutes ist. Im Vergleich zu dem üppigen Wachstum in der für unsere Stammkulturen benützten, von uns als optimale Nährlösung befundenen Pepton-Zuckerlösung (s. p. 65), sowie dem Wachstum in 1 proz. Peptonlösung (usw.) war aber das Wachstum unseres Pilzes in den genannten Zucker-Ammoniaksalz-Salpeterlösungen ein quantitativ zweifelsohne wesentlich minderes. Ferner war das Wachstum in den genannten Lösungen — auch in den mit Zucker versetzten — stets qualitativ ein etwas anderes, als in der für unsere Stammkulturen benützten Pepton-Zuckerlösung. Während nämlich, wie beschrieben, in letzterer Lösung der Pilz anfangs schön strahlig wächst und erst allmählich verschleimt, wuchsen die Kulturen in den Ammoniaksalz- sowie den Salpeterlösungen gleich von Anfang an mehr kompakt und wurden sehr bald schleimig und fadenziehend. (In Pepton-Zuckerlösungen, die statt mit Stammlösung, mit Münchener Leitungswasser hergestellt waren, war auch das strahlige Wachstum nur



minimal; hier trat auch sehr bald Verfilzung ein, wenn auch lockerer, als in den Ammoniaksalzkulturen). Mikroskopisch enthielten die Vegetationen aus den Pepton-Zuckerlösungen durchschnittlich mehr starke, rigide Fäden, als diejenigen aus den Ammoniaksalz- sowie den Salpeterlösungen.

Daß *Leptomit* hochmolekulare Eiweißverbindungen als Stickstoffquelle benützen kann, hat bereits Kolkwitz erwiesen und dabei gefunden, daß das Wachstum des Pilzes in solchen Lösungen gleichmäßig gut war, einerlei, ob den Lösungen noch Zucker zugegeben wurde oder nicht. Wir können diese Angabe von Kolkwitz bestätigen; wenigstens hinsichtlich 2 verschiedener Peptonarten, mit denen wir Versuche anstellten: mit zunehmender Konzentration von 0,01 Proz. an bis zu 1 Proz. wurden die Bedingungen für das Wachstum des *Leptomit* in Peptonlösungen, gleichgültig, ob mit oder ohne Zusatz von Rohrzucker, günstiger (Siehe die folgende Tabelle III).

Tabelle III.  
Wachstum von *Leptomit* in Stammlösung +

	a) ohne Zucker				b) mit Zusatz von 0,5 % chem. reinem Rohrzucker			
	1 %	0,1 %	0,01 %	0,001 %	1 %	0,1 %	0,01 %	0,001 %
Pepton Witte . . .	++++	+++	++	+	++++	+++	++	+
Pepton ex alb. . . .	++++	+++	++	+	++++	+++	++	+

Endlich haben wir noch geprüft, ob *Leptomit* Stickstoff bindet. Es wurden zu diesem Zweck mehrere Flaschen, die Stammlösung + 0,5—1,0 Proz. Rohrzucker enthielten, mit *Leptomit* beimpft. In keiner der Flaschen trat bei Beobachtung während mehrerer Wochen Wachstum ein. *Leptomit* benötigt also zu seinem Wachstum gebundenen Stickstoff, ist aber nicht befähigt, gasförmigen Stickstoff zu assimilieren.

Ziehen wir nunmehr die Schlußfolgerungen aus unsern gesamten Versuchen hinsichtlich der Stickstoffquellen des *Leptomit* und der Rolle des Zuckers für sein Wachstum, so ergibt sich folgendes:

1. *Leptomit* bindet keinen Stickstoff und vermag in Lösungen, die Zucker, aber keine Stickstoffverbindungen enthalten, nicht zu wachsen.

2. *Leptomit* wächst üppig in Lösungen hochmolekularer Eiweißkörper, wobei es gleichgültig ist, ob Zucker anwesend ist oder nicht (Bestätigung der Angaben von Kolkwitz).

3. *Leptomit* wächst, wenn auch nur schwach in Lösungen von Ammoniaksalzen und Salpeter; ist aber in solchen Lösungen gleichzeitig Zucker vorhanden, so wächst *Leptomit* in denselben, besonders bei Abstumpfung der gebildeten Säure, auch gut.

Auf Grund unserer Versuche kommen wir also in wesentlichen Punkten hinsichtlich der Ernährungsbedingungen des *Leptomit* zu anderen

Schlüssen als Kolkwitz. Denn gegenüber der Angabe von Kolkwitz „daß Leptomit<sup>us</sup> zu üppigem Gedeihen vorwiegend hochmolekularer Stickstoffverbindungen bedarf“ und „daß mit dem Fortschreiten des Mineralisierungsprozesses für den Pilz immer unzureichendere Existenzbedingungen eintreten“, haben unsere Versuche ergeben, daß **Leptomit<sup>us</sup> auch in Lösungen anorganischer Stickstoffverbindungen, wenn gleichzeitig Zucker vorhanden ist, gut zu wachsen vermag.** Und wenn Kolkwitz von den Kohlehydraten sagt, daß sie „bei der Ernährung des Leptomit<sup>us</sup>, wenn überhaupt, so jedenfalls eine untergeordnete Rolle spielen“, und „zusammenfassend über die Bedeutung des Zuckers“ sagt, „daß er völlig entbehrlich ist, solange Eiweißstoffe in genügender Menge vorhanden sind; tritt Mangel an diesen ein, so wird Zucker in seiner Eigenschaft als Atmungsmaterial sparend wirken oder durch geringe synthetische Prozesse wohl auch zur Bildung geringer Mengen von Eiweißstoffen etwas beitragen können, doch schwerlich in dem Maße, daß durch seine Entwicklung irgendwelche Kalamitäten entstehen könnten“, so ist demgegenüber auf Grund unserer Versuche erwiesen, daß die Bedeutung des Zuckers für das Wachstum des Leptomit<sup>us</sup> darin liegt, daß er es ist, der bei Abwesenheit organischer, aber Anwesenheit einfacher anorganischer Stickstoffverbindungen ein gutes Wachstum des Pilzes ermöglicht.

Die von Ferdinand Cohn vertretene Anschauung, die wir einleitend erwähnten, daß die Entwicklung des Leptomit<sup>us</sup> besonders durch die in den Abwässern vorhandenen Kohlehydrate bedingt sei, eine Anschauung, die Kolkwitz durch seine Versuche widerlegt zu haben glaubte, wird also durch unsere Versuche wieder der ihr gebührenden Beachtung zugeführt.

Daß die Ernährungsbedingungen des Leptomit<sup>us</sup> in der freien Natur den von uns im Laboratorium ermittelten entsprechen, ist mit größter Wahrscheinlichkeit anzunehmen; wir dürfen also annehmen, daß auch unter natürlichen Verhältnissen in Wässern, in denen viel organische Substanzen vorhanden sind, vorzügliche Lebensbedingungen für Leptomit<sup>us</sup> gegeben sind, daß aber auch mit Fortschreiten des Mineralisierungsprozesses und in Wässern, in denen wesentlich nur anorganische Stickstoffverbindungen (Ammoniaksalze—Nitrate) vorhanden sind, Leptomit<sup>us</sup> durchaus gut wachsen wird, vorausgesetzt, daß gleichzeitig genügend Zucker, oder, wie man wohl allgemeiner annehmen kann, Kohlehydrate vorhanden sind. Und für die Richtigkeit dieser Annahme sprechen, wie bereits einleitend gesagt, auch die Erfahrungen der Königl. Bayr. biolog. Versuchsstation.

Gehen wir nun noch kurz auf die Schlußfolgerungen ein, die sich aus unsern Feststellungen hinsichtlich der Ernährungsbedingungen des Leptomit<sup>us</sup> für die Bekämpfung des Leptomit<sup>us</sup> als Wasserschädling ergeben.

Kolkwitz schreibt (14): „Hochmolekulare, fäulnisfähige, organische Stickstoffverbindungen liefern dem Pilz die günstigsten Nährstoffe für seine Entwicklung. Dieser Satz gilt generell für alle in Betracht kommenden Abwässer, nämlich für solche aus Zucker- und Stärkefabriken, Brennereien, Brauereien, Schlachthäusern, Städten u. a. m. Sind diese stickstoffhaltigen

Substanzen der Abwässer einigermaßen weitgehend zu einfacheren Stoffen abgebaut, d. h. sind die Abwässer gut gereinigt, so ist dem Pilz dadurch die Möglichkeit zu ausgiebigem Wachstum genommen. . . . Kohlehydrate (z. B. Zucker) sind für das Wachstum des Pilzes gänzlich entbehrlich. Wo sie in Vorflutern vorhanden sind, spielen sie nach den vorstehenden Versuchen für die Ernährung des *Leptomit* eine nur untergeordnete Rolle“, und bezüglich der Bekämpfung des *Leptomit* als Wasserkalamität schreibt er (15): „Das hierbei am sichersten zum Ziel führende Mittel ist eine möglichst weitgehende Reinigung (Mineralisierung der Abwässer, d. h. eine möglichst radikale Entfernung (Abbau) der stickstoffhaltigen, fäulnisfähigen Stoffe. Mit ihrer Beseitigung ist die Gefahr einer Massenentwicklung des Pilzes nicht mehr zu fürchten“. Mit Kolkwitz stimmen wir darin überein, daß eine möglichst radikale Entfernung der stickstoffhaltigen, fäulnisfähigen Stoffe wichtig ist. Daß aber mit ihrer Beseitigung die Gefahr einer Massenentwicklung von *Leptomit* nicht mehr zu fürchten ist, stimmt nach den in der Königl. Bayr. Biolog. Versuchsstation gemachten Erfahrungen, die in den vorliegenden Untersuchungen ihre Stütze finden, nicht.

Abgesehen von einer Reinhaltung der Abwässer in bezug auf stickstoffhaltige Schmutzstoffe, ist zur Verhütung ausgedehnter *Leptomit*wucherung vor allem auch das Hineingelangen von Zucker, oder allgemeiner gesagt, löslicher Kohlehydrate in die Abwässer hintanzuhalten, da, selbst wenn keine oder nur minimale Mengen fäulnisfähiger, stickstoffhaltiger Stoffe mehr in den Abwässern vorhanden sind, größere Mengen von Kohlehydraten, insbesondere Zucker, ein durchaus ergiebiges Wachstum von *Leptomit* ermöglichen und herbeiführen.

Weiter soll auf diese Dinge an dieser Stelle nicht eingegangen werden.

#### C) Warum tritt *Leptomit* vor allem in der kalten Jahreszeit auf?

Kolkwitz hat in seiner Abhandlung 16) diese Frage eingehend diskutiert. Er legt dar, „daß weder die Kohlehydrate noch die Temperatur (hier bringt Kolkwitz zahlreiche Versuche) für massenhafte Entwicklung des *Leptomit* ausschlaggebend sind“. Er schreibt dann: „Die Tatsache, daß in den Abwässern der Rieselfelder der Pilz in erheblichen Mengen vorwiegend in der kalten Jahreszeit angetroffen wird, läßt sich ungezwungen folgendermaßen deuten: Im Winter arbeiten wegen der Kälte die Rieselfelder schlechter; es passieren deshalb hochmolekulare Stickstoffverbindungen oft unzersetzt den Boden, und damit hätten wir eine ganz einfache Erklärung für das Wachstum des *Leptomit*. . . . Im Sommer dagegen geht der Abbau der Fäulnisstoffe infolge der belebenden Wirkung der Wärme auf die Lebenstätigkeit aller Organismen viel schneller und ergiebiger von statten; und damit ist, wie auch unsere Versuche ergeben haben, dem Wachstum des Pilzes ein Ziel gesetzt“. Also auch in dieser Frage sind nach Kolkwitz die hochmolekularen Stickstoffverbindungen ausschlaggebend.

Unsere Versuchen haben nun ergeben, daß *Leptomit* auch ohne hochmolekulare Stickstoffverbindungen bei Anwesenheit genügender Mengen von Zucker gut wächst; die Theorie von Kolkwitz über die Ursachen des vorwiegenden Auftretens von *Leptomit* in der kalten Jahreszeit

kann also nicht richtig sein. Wir möchten daher unsererseits eine andere Erklärung für die bestehende Tatsache geben: Die warme Sommertemperatur begünstigt anerkanntermaßen unter den in der Natur lebenden Bakterien vor allem die Fäulniserreger. Wir haben nun feststellen können, daß, wenn man bei Anlegung von Reinkulturen von *Leptomit* in Stammlösung + 0,5 Proz. Pepton + 0,5 Proz. Rohrzucker gleichzeitig Fäulnisbakterien (*Proteus*, *Fluorescens*, *Putidum* usw.) mit einimpft, die Kulturen nicht angehen, sondern nur die Fäulnisbakterien sich entwickeln und daß Reinkulturen von *Leptomit* durch Fäulnisbakterien in kurzer Zeit zum Absterben gebracht werden (analoge Beobachtungen hat auch Kolkwitz mitgeteilt (17). Andererseits haben wir eine ganze Reihe von Bakterien aus Isarwasser gezüchtet, die, mit *Leptomit* gleichzeitig in genannte Lösung eingeimpft, oder in gut gewachsene junge Reinkulturen von *Leptomit* verbracht, dessen Wachstum nicht sichtbar beeinflussen. Es gibt also unter den Bakterien solche, die das Wachstum von *Leptomit* nicht stören und solche, die es schädigen und *Leptomit* zum Absterben bringen. Und als solche der letzten Art wurde von uns (wie auch schon von Kolkwitz) eine Reihe von Fäulnisbakterien ermittelt. Da nun gerade die Fäulnisbakterien durch die Sommertemperatur außerordentlich in ihren Lebensbedingungen begünstigt werden, glauben wir nicht fehlzugehen, wenn wir die Konkurrenz der Fäulnisbakterien als Ursache des geringeren Auftretens von *Leptomit* in der wärmeren Jahreszeit annehmen.

## II. Versuche mit *Sphaerotilus*.

Die von Herrn Professor Hofer ausgeführten Versuche mit *Sphaerotilus* waren abgeschlossen, aber noch nicht zusammengestellt, als Herr Professor Hofer durch einen plötzlichen Tod aus seiner Arbeitstätigkeit herausgerissen wurde. Auf Grund der von Herrn Professor Hofer gemachten Aufzeichnungen, die z. T. nochmals durch Inaugenscheinnahme der bei seinem Tode noch vorhandenen Kulturflaschen als durchgehends stimmend kontrolliert werden konnten, gebe ich hier die Resultate wieder, die ich außerdem in ihrer Entstehung mit verfolgt habe.

Die Reinkultur von *Sphaerotilus*, mit der Herr Professor Hofer arbeitete, stammte aus Kondenswasserröhren einer Cellulosefabrik.

Die Ergebnisse seiner Versuche, die im wesentlichen nach Art der von mir ausgeführten *Leptomit*versuche — auf Angabe von Einzelheiten muß ich, da ich solche nicht ganz exakt angeben könnte, verzichten — in Saftflaschen mit ca 50cc. Flüssigkeit ausgeführt und ständig, insbesondere auch auf Reinheit hinsichtlich stickstoffsammelnder Bakterien, kontrolliert wurden, sind in der folgenden Tabelle IV zusammengestellt.

Aus den Versuchen hat sich Folgendes ergeben:

1. In Lösungen der verschiedensten Ammonverbindungen ohne Zuckerzusatz vermag *Sphaerotilus* zu wachsen; Kalkzusatz wirkt dabei (offenbar durch Säureabstumpfung) wachstumsfördernd. Zucker wirkte in sämtlichen Versuchen stark begünstigend.
2. Während in einer Salpeterlösung nur schwaches Wachstum von *Sphaerotilus* eintrat, wuchs derselbe in Lösungen, die außer Salpeter noch Zucker enthielten, gut.
3. In den Versuchen mit Aminosäuren zeigte *Sphaerotilus* in den Flaschen ohne Zuckerzusatz kein, in denen mit Zuckerzusatz gutes Wachstum.

4. In Asparagininlösung wuchs *Sphaerotilus* schwach; bei Zuckerzusatz war das Wachstum des Pilzes in dieser Lösung dagegen ein gutes. In Harnstofflösung, gleichgültig ob mit oder ohne Zuckerzusatz, trat nur schwache Entwicklung von *Sphaerotilus* auf.

5. In Kreatinlösung wurde kein Wachstum von *Sphaerotilus* erzielt, wohl aber ein gutes bei Zusatz von Zucker.

6. Harnsäure ließ ohne Zuckerzusatz kein, mit Zuckerzusatz schwaches Wachstum von *Sphaerotilus* aufkommen; in einer Lösung von Lithium uricum wuchs der Pilz nicht, wohl aber trefflich in einer solchen mit Zucker versetzten Lösung.

7. In Lösungen von Albumosen, Pepton, Fleischextrakt, gespaltenem Eiweiß wuchs *Sphaerotilus* gut. Zuckerzusatz ließ hier, wo das Wachstum in den Lösungen ohne Zucker bereits ein gutes war, keine Förderung des Wachstums erkennen.

8. In Sulfitlauge wuchs *Sphaerotilus* gut.

Insgesamt ergaben die Ernährungsversuche von Herrn Professor Hofer mit *Sphaerotilus* also, daß dieser Pilz in Lösungen hochmolekularer Stickstoffverbindungen, gleichgültig, ob mit oder ohne Zuckerzusatz und in Sulfitlauge ausgezeichnet wächst, daß er aber auch in Lösungen von Ammoniaksalzen, namentlich bei Abstumpfung der Säure durch zugesetzten Kalk, gedeiht, in diesen Lösungen aber durch Zusatz von Zucker stark begünstigt wird, daß er ferner in Lösungen von Salpeter, diversen Aminosäuren, diversen Amiden, Kreatin, Harnsäure, Lithium uricum nicht oder nur schwach, gut aber bei Zusatz von Zucker wächst.

Nach den mitgeteilten Versuchen, sowie den praktischen Erfahrungen der Königl. Bayr. Biolog. Versuchsstation dürften somit die Ernährungsbedingungen der beiden Abwasserpilze *Leptomit* und *Sphaerotilus* im großen und ganzen die gleichen sein: Beide gedeihen in Lösungen hochmolekularer Stickstoffverbindungen ausgezeichnet, andererseits aber auch durchaus gut in Lösungen mineralisierten Stickstoffs bei Anwesenheit genügender Mengen löslicher Kohlehydrate. Abwässer aus Cellulose- und Zuckerfabriken usw. werden also bei Einleitung in Vorfluter durch ihren hohen Gehalt an Kohlehydraten stets günstige Bedingungen für das Auftreten der beiden Pilze schaffen, gleichgültig, ob außerdem noch weitere fäulnisfähige, stickstoffhaltige, organische Substanzen in den Vorflutwässern enthalten sind oder nicht. Welcher von beiden Pilzen auftritt, dürfte allerdings noch von Bedingungen abhängen, die nach den vorliegenden Untersuchungen anzugeben, nicht möglich ist. Dafür, daß aber hier gewisse Differenzen der günstigsten Lebensbedingungen der beiden Pilze vorhanden sind, sprechen die Beobachtungen der Praxis. In Abwässern aus Sulfitcellulose- und Zuckerfabriken trifft man vorherrschend *Sphaerotilus*, in Abwässern aus Schlächtereien meist *Leptomit*; in Abwässern aus Molkereien, Brennereien und Brauereien werden meist beide Pilze nebeneinander angetroffen, ebenso in den Kanalisationsabwässern der Städte.

Tabelle IV. Wachstum von Sphaerotilus

	a) ohne Zucker			
	5 %	1 %	0,1 %	0,01 %
<b>I. Ammonverbindungen</b>				
1. Ammonkarbonat	—	—	—	+
2. Ammonchlorid	—	—	—	1. Versuch: 24 Std. + 48 Std. +++
3. Ammonphosphat			24 Std. + 48 Std. +	2. „ : wie 1 24 Std. + 48 Std. +
4. Ammonsulfat			++	++
5. Ammonnitrat			1. Versuch: 24 Std. — 2. „ : 24 Std. + 48 Std. ++	24 Std. + • 48 Std. +
6. Ammonlaktat	1. Versuch: — 2. „ : —	1. Versuch: — 2. „ : + 3. „ (mit Kalk- zusatz) +++		48 Std. +++
7. Ammoncitrat	1. Versuch: — 2. „ : —	1. Versuch: — 2. „ : —		+
8. Ammonbutyrat	1. Versuch: — 2. „ : —	1. Versuch: — 2. „ : —		+++
<b>II. Salpeter</b>	—	—	—	—
<b>III. Aminosäuren</b>				
1. Glutaminsäure	—	—	1. Versuch: — 2. „ : —	
2. Leucin	—	—	1. Versuch: — 2. „ : —	
3. Tyrosin	—	—		1. Versuch: — 2. „ : —
4. Alanin	—	—	1. Versuch: — 2. „ : —	
5. Glykokoll	1. Versuch: — 2. „ : —			—
6. Gemenge von 1–5, von jedem 0,01 %				
<b>IV. Amide</b>				
1. Asparagin	+	+	—	—
2. Harnstoff	—	—	—	—
<b>V. Kreatin</b>	—	—	—	—
<b>VI. a) Harnsäure b) Lithium uricum</b>			—	—
<b>VII. Diverse N-haltige Stoffe</b>				
1. Albumosen	+++	+++	1. Versuch: ++ 2. „ : +++	+
2. Pepton Witte	+++	+++		
3. Liebig's Fleischex- trakt (ca. 9% Ge- samt-N)			24 Std. + 48 Std. +++	
4. gespaltenes (hy- drolysiert.) Eiweiß				
<b>VIII. Sulfidlauge (ca. 2 % Zucker)</b>	—	+++		

in Lösungen (sämtliche Spur sauer) von:

		b) mit Zusatz von 1 % chem. reinem Rohrzucker			
0,001 %	0,0001 %	1 %	0,1 %	0,01 %	0,001 %
+		—	—	1. Versuch: + 2. „ : ++ 3. „ : +++ 1. Vers.: 48 Std. +++ 2. „ : 24 Std. + 48 Std. +++	+++
1. Vers.: 24 Std. ++ 2. „ : 24 Std. + 48 Std. +++		—	—	1. Versuch: 48 Std. +++ 2. „ : 24 Std. + 48 Std. +++	
			1. Vers.: 24 Std. + 48 Std. ++ 2. „ : wie 1	1. Versuch: +++ 2. „ : +++	
			+++ 1. Vers.: 24 Std. + 48 Std. ++ 2. „ : 24 Std. + 48 Std. +++	24 Std. + 48 Std. +++	
1. Versuch: — 2. „ : +++					
+			.		
+++					
1. Versuch: — 2. „ : + (?)		—	1. Versuch: +++ 2. „ : +++	+++	1. Vers.: +++ 2. „ : +++
		—	1. Versuch: + (?) 2. „ : +++ +++	+++ +++	
		—	1. Versuch: + 2. „ : +++ +	1. Versuch: +++ 2. „ : +++	
		+		+++ +++	
+		+++	+++ +	—	++ —
		+++	1. Versuch: + 2. „ : +++		
			+	—	+++
+		+++	+++	++	+
	+++				

## Literatur.

1. Mitteil. a. d. Königl. Prüfungsanst. f. Abwässerversorg. u. Abwässerbeseitig. zu Berlin. H. 1. 1902. p. 46.
2. l. c. p. 49.
3. l. c. p. 49.
4. Deutsche Zuckerindustrie. 1899. p. 1056.
5. Zeitschr. d. Ver. d. deutsch. Zuckerind. 1899. p. 674.
6. a) Mitteil. d. Königl. Prüfungsanst. f. Abwässerversorg. u. Abwässerbeseitig. H. 2. 1903. p. 34—98.
- b) Ausführl. Auszug dieser Arbeit in Zeitschr. d. Ver. d. deutsch. Zuckerind. 1904. p. 955.
7. Zitiert nach Kolkwitz: a) Artikel „Mykologie und Reinigung der städtischen und der Zuckerfabrikabwässer“ in Lafars Handbuch der Techn. Mykologie. Bd. III. p. 468.
- b) l. c. Lit. No. 6 a. p. 63.
8. l. c. Lit. No. 7 a. p. 409.
9. l. c. Lit. No. 6 a. p. 80, Anm.
10. Mitteil. a. d. Königl. Prüfungsanst. f. Abwässerversorg. u. Abwässerbeseitig. H. 14. 1911. p. 10.
11. l. c. Lit. No. 7 a. p. 408.
12. l. c. Lit. No. 6 a.
13. l. c. Lit. No. 6 a.
14. l. c. Lit. No. 6 a. p. 88.
15. l. c. Lit. No. 6 b.
16. l. c. Lit. No. 6 a. p. 82.
17. l. c. Lit. No. 6 a. p. 78.

Nachdruck verboten.

**Puccinia Petasiti-Pulchellae nov. spec.<sup>1)</sup>**

Von Werner Lüdi, Bern.

Mit 2 Fig. im Text.

Im Jahre 1901 hat Sydow<sup>2)</sup> in seinen Beiträgen zur Pilzflora Tirols, das auf verschiedenen Petasites-Arten vorkommende, bisher zur Sammelart *Aecidium Compositarum* Mart. gerechnete *Aecidium* als gesonderte Form unter dem Namen *Aecidium Petasitidis* beschrieben. Ed. Fischer<sup>3)</sup> (1904) und Bubák<sup>4)</sup> (1908) haben die Beschreibung vervollständigt. Die Zugehörigkeit dieses *Aecidiums* wurde nicht weiter untersucht. Ed. Fischer spricht die Vermutung aus, es gehöre zu einer heterozischen *Uromyces*- oder *Puccinia*-Art; die nahe Verwandtschaft zwischen *Petasites* und *Tussilago*, sowie die morphologische Übereinstimmung des *Aecidium Petasitis* Syd. mit dem *Aecidium* auf *Tussilago Farfara* L. legten den Schluß nahe, es handle sich in beiden Fällen um *Puccinia poarum* Nielsen. Tranzschel<sup>5)</sup> versuchte im Frühling 1906, mit Teleutosporen der *Puccinia poarum* auch *Petasites hybridus* (L.) Fl. Wett. zu

<sup>1)</sup> Der Name wurde gewählt in Anlehnung an die von Klebahn vorgeschlagene Nomenklatur.

<sup>2)</sup> Sydow, H. u. P., Zur Pilzflora Tirols. (Österr. botan. Zeitschr. 1901. No. 1.)

<sup>3)</sup> Fischer, Ed., Die Uredineen der Schweiz. 1904. p. 534.

<sup>4)</sup> Bubák, F., Die Rostpilze Böhmens. (Arch. d. naturw. Landesdurchforsch. v. Böhmen. Bd. 13. 1908. No. 5. p. 216.)

<sup>5)</sup> Tranzschel, W., Beiträge zur Biologie der Uredineen. III. (Trav. du Musée Bot. de l'Acad. Imp. des sc. de St. Pétersbourg. Livr. VII. 1909.)



infizieren; es gelang ihm aber nicht; *Puccinia poarum* und *Aecidium Petasitis* erwiesen sich als nicht identisch.

Im Herbst 1914 machte mich Herr Prof. E. d. Fischer in Bern darauf aufmerksam, daß *Aecidium Petasitis* Syd. sich am Brünlihorn bei Mürren im Lauterbrunnentale, Berner Oberland, auf *Petasites niveus* (Vill.) Baumg. vorfinde, und übertrug mir die Aufgabe, dem Teleutosporenwirt nachzuforschen. Ein erster Versuch mißlang. Das am 25. Oktober 1914 in der Nähe der betreffenden Pestwurzkolonie am Brünli gesammelte Teleutosporenmaterial auf nicht näher zu bestimmenden Grasblättern keimte zwar im Frühling 1915 auf dem Objektträger; aber *Petasites niveus* wurde nicht befallen.

*Petasites niveus* ist im Lauterbrunnentale auf Kalkschutt der subalpinen und untern alpinen Stufe verbreitet; *Petasites albus* (L.) Gärt. vom Talgrund bis zur Baumgrenze auf feuchtem Schutt sogar gemein. Trotzdem wurde das *Aecidium Petasitis* bis jetzt nur am Nordhange des Brünli bei 1900 m an einer, ca. 1 a umfassenden Stelle einer großen *Petasites niveus*-Kolonie beobachtet, während die übrigen Teile der gleichen Kolonie und alle die zahlreichen andern Kolonien des gleichen Hanges nicht befallen sind. Außerdem fand ich es am 13. Juli 1916 ziemlich vereinzelt auf *Petasites albus* unterhalb Grütschalp bei Mürren (1390 m, E Expos.) im offenen Fichtenwald mit reichlichem Unterwuchs von Stauden und Gräsern. Der Untergrund bestand aus kalkarmem Schutt von unterem Dogger. Der Standort am Brünli bot mir am 29. Juli 1915 das *Aecidium Petasitis* in reichlicher Menge. Unter der karflurartigen Begleitflora fiel mir besonders *Festuca pulchella* Schrader auf, die in üppigen Horsten überall in unmittelbarer Nähe der aecidientragenden Pestwurzstöcke vorhanden war. Sorgfältig grub ich einige *Festuca pulchella*-Exemplare aus, umwickelte sie mit stark befallenen *Petasites niveus*-Blättern und versorgte sie in meiner Botanisierbüchse. Am 1. August wurden die Schwingelhorste in Münsingen bei Bern ausgepackt, in einen Blumentopf gepflanzt und ein Rest von noch an den Pestwurzblättern haftenden Aecidiosporen mit dem Verstäuber aufgespritzt. Der Topf wurde daraufhin in eine schattige, etwas feuchte Partie des Gartens gestellt. Am 18. August beobachtete ich auf mehreren Blättern der *Festuca pulchella*-Stöcke zahlreiche, längliche Infektionsstellen; am 5. September zeigte die mikroskopische Untersuchung der Infektionsstellen Uredolager auf der Blattoberseite, Teleutolager mit Teleutosporen vom *Puccinia poarum*-Typus auf der Blattunterseite.

Als ich am 29. August den Pilz am Brünli wieder aufsuchte, fanden sich an vielen Orten zwischen den nun abgestorbenen, aecidienbefallenen *Petasites niveus*-Blättern infizierte Blätter von *Festuca pulchella* mit den gleichen Teleutolagern, die ich eben im Topfversuch festgestellt hatte. Nur waren sie beträchtlich weniger entwickelt, als die im wärmeren Vorlande (540 m ü. Meer) erhaltenen Infektionen. Im Spätherbst (12. Oktober) habe ich dann am Brünli reichliches, ausgereiftes Teleutosporenmaterial auf den Blättern des schönen Schwingels gesammelt und in Münsingen im Freien überwintert.

### Biologisches Verhalten des Pilzes.

#### I. Versuche mit Teleutosporen.

Am 28. März 1916 wurde ein erster Keimungsversuch mit dem überwinterten Teleutosporenmaterial veranstaltet. Der Erfolg war negativ; die

Teleutosporen konnten die wenig zersetzte Epidermis der Schwingelblätter nicht sprengen. Bei einem zweiten Keimungsversuche am 6. April mit tagsvorher eingeweichtem Material kratzte ich deshalb die Epidermis über den Sporenlagern weg und brachte einen Teil der Sporen im Wassertropfen auf dem Objektträger unter eine mit feuchtem Fließpapier ausgeschlagene Glasglocke. Dort traten am 11. April die ersten Keimungen auf, und am 13. wurde die Keimung der Teleutosporen allgemein. Die auch wieder aufgelegten Blattstücklein mit unaufgekratzten Lagern hatten keine Basidiosporen ausgeworfen; die Blattepidermis war immer noch zu widerstandsfähig. Ich habe mir diese Tatsache zunutze gemacht und in den nun folgenden Versuchsreihen nur herausgekratztes Teleutosporenmaterial oder Blattstücke mit aufgekratzten Lagern verwendet. Die *Petasites*-Blätter wurden stets reichlich und an mehreren Stellen mit Teleutosporenmaterial belegt. Nachdem das Sporenmaterial auf die befeuchteten Blätter sorgfältig aufgetragen worden war, wurde eine mit feuchtem Filtrierpapier ausgekleidete Glasglocke über den Topf gestülpt. Die Pflanzen blieben 5—7 Tage unter der Glocke und wurden während dieser Zeit in genügendem Maße begossen. Trotzdem hielt es schwer, die relativ großen Pestwurzblätter feucht zu halten. So nahm ich denn bei der 3. Reihe große Batteriegläser, die mehrere Töpfe auf einmal fassen konnten, kleidete sie ebenso mit feuchtem Filtrierpapier aus, bedeckte den Boden mit nasser Erde oder mit bloßem Wasser und stülpte ein genau passendes, ebenfalls mit Filtrierpapier ausgekleidetes Batterieglas darüber, wobei die Fuge mit Filtrierpapier verschlossen wurde. Zwischen diesen Batteriegläsern blieben auch große Blätter eine Woche lang vollkommen feucht, und ein Begießen war nicht notwendig. Im allgemeinen ertrugen die *Petasites*blätter die Glocke gut; nur vereinzelt traten braune Flecken auf oder starben die Spitzen der noch in der Knospenlage gerollten, jungen Blätter ab. Befallen wurden vor allem die jungen, aber doch schon aufgerollten Blätter, wie mir schien die kleinbleibenden, ersten Blätter des Frühlings leichter, als die sich später entwickelnden und größer werdenden Sommerblätter. Das Filtrierpapier wurde 5—6 Tage nach dem Auflegen des Sporenmaterials entfernt; am folgenden Tag wurden die Glocken weggenommen und die Töpfe in die Versuchskammerchen gestellt, wo sie täglich begossen, im übrigen aber sich selber überlassen wurden. Zum Kontrollversuche auf dem Objektträger verwendete ich herausgekratztes Teleutosporenmaterial im Wassertropfen. Stets waren die Keimungen reichlich.

Die verwendeten Aecidienwirte stammten von folgenden Örtlichkeiten:  
*Petasites niveus*: Aus dem botan. Garten in Bern,  
*Petasites hybridus*: Aus kiesigen Aareniederungen bei Münsingen,  
*Petasites albus*: Aus nasser, lehmig-kiesiger Grundmoräne an der Karlsruhe bei Bern,  
*Tussilago Farfara*: Von kiesigem Bachbord bei Mürren.

#### Versuchsreihe 1<sup>1)</sup>.

Sie wurde am 13. April eingeleitet mit je einem Topf *Petasites niveus* und *Tussilago Farfara*. Die *Festuca pulchella*-Blätter mit den Sporenlagern waren schon am 5. April eingeweicht worden. Am 24. April zeigten *Petasites niveus* und *Tussilago Py-*

<sup>1)</sup> Die Nummerierung der Reihen entspricht hier nicht der Nummerierung im Versuchsprotokoll, sondern wurde in passender Weise für unsere Zusammenfassung umgestellt.

kniden. Bei *Petasites* war die Pyknideninfektion sehr stark, und am 4. Mai öffneten sich die Aecidien ebenfalls in reichlicher Menge. Bei *Tussilago* war die Infektion sehr schwach, nur wenige Pykniden; die Pilzlager entwickelten sich nicht weiter, sondern gingen zurück; am 5. Mai waren makroskopisch kaum noch Spuren der Infektion zu bemerken.

Die 2. und 3. Versuchsreihe wurden in etwas größerem Maßstab gehalten und boten folgendes Bild:

#### Versuchsreihe 2.

Wurde am 24. April eingeleitet; Material am 20. eingeweicht; in den Kontrollversuchen erste Keimungen am 25., üppige, allgemeine Keimung am 29.

	<i>Petasites niveus</i>		<i>Petasites albus</i>		<i>Petasites hybridus</i>		<i>Tussilago Farfara</i>	
	Pykniden	Aecidien	Pykniden	Aecidien	Pykniden	Aecidien	Pykniden	Aecidien
1. Topf .	3. Mai	12. Mai	5. Mai	25. Mai	3. Mai	20. Mai	0	0
2. Topf .	15. Mai	20. Mai	8. Mai	5. Juni	4. Mai	20. Mai	0	0
3. Topf .	5. Juni	+	12. Mai	+	15. Mai	+	0	0

Am langsamsten, ganz zögernd, ging die Entwicklung der Aecidien auf *Petasites albus* vor sich. Einzelne Infektionsflecke erzeugten nur Pykniden; an andern traten aber doch schließlich noch Aecidien auf. In größerer oder geringerer Zahl erschienen die Aecidien auf allen Exemplaren mit Pyknideninfektion. Auf den Tabellen habe ich ihr Vorhandensein, soweit das Datum des Auftretens nicht festgestellt war, durch ein Kreuzchen angedeutet. *Tussilago* blieb von der Infektion vollständig unberührt.

#### Versuchsreihe 3.

In Batteriegläsern eingeleitet am 31. Mai.

	<i>Petasites niveus</i>		<i>Petasites albus</i>		<i>Petasites hybridus</i>	
	Pykniden	Aecidien	Pykniden	Aecidien	Pykniden	Aecidien
1. Topf . . . .	16. Juni	24. Juni	16. Juni	24. Juni	16. Juni	+
2. Topf . . . .	16. Juni	24. Juni	21. Juni	+	0	0
3. Topf . . . .	16. Juni	+	24. Juni	+		
4. Topf . . . .	16. Juni	+				

Hier waren keine wesentlichen Unterschiede in der Intensität festzustellen, mit der der Pilz auftrat. Am stärksten war die Infektion aber durchschnittlich doch auf *Petasites niveus*. Der 2. Topf mit *Petasites hybridus*, der nicht befallen wurde, besaß nur zwei, nicht mehr ganz junge Blätter.

Parallel diesen Laboratoriumversuchen ging ein Kistchenversuch im Freien. Im Garten in Münsingen pflanzte ich die im Sommer 1915 vom Brünli gebrachte und künstlich infizierte *Festuca pulchella* in ein Kistchen und um sie herum *Petasites niveus* und *Tussilago Farfara*, beide von Mürren. Der *Festuca pulchella*-Horst besaß im Herbst mehrere Blätter mit zahlreichen Teleutolagern. Im Spätherbst rollten sich die Blätter von der Seite nach oben ein und verdorrten vollständig. Am 30. April 1916 zeigten einige junge Blätter der ringsum gepflanzten

*Petasites niveus* Pyknideninfektion; ebenso fanden sich einige Pykniden an einem *Tussilago* blatt. Aber übereinstimmend mit dem Laboratoriumversuch von Reihe 1 machte die Infektion auf *Tussilago* keine Fortschritte; am 14. Mai konnte ich die Infektionsstellen nicht mehr auffinden, und neue Pilzherde waren nicht hinzugekommen, trotz zahlreicher neuer Blätter. Bei *Petasites niveus* dagegen waren am 14. Mai nicht weniger als 19 Blätter befallen (= ca.  $\frac{2}{3}$  der vorhandenen), darunter die kleinen, ersten Frühlingsblätter beinahe vollzählig. Einige Tage nachher traten reichlich Aecidien auf.

## II. Versuche mit Aecidiosporen.

Mit dem Aecidienmaterial wurden nun Rückinfektionsversuche auf *Festuca pulchella* gemacht. Die erforderlichen Stöcke des schönen Schwingels hatte ich im Herbst 1915 ebenfalls am Brünli bei Murren, aber in beträchtlicher Entfernung vom Aecidienstandort, in S E Exposition ausgegraben, in Töpfe gepflanzt und im botan. Garten in Bern überwintert. Die im Garten verbleibenden Kontroll Exemplare blieben pilzfrei. Das Verfahren bei Ausführung der Versuche blieb das gleiche wie bei den Versuchen mit Teleutosporen, mit dem Unterschied jedoch, daß die Aecidiosporen ins Wasser gebracht, dann zentrifugiert und mit dem Verstäuber aufgespritzt wurden. Auf feuchten Objektträgerpräparaten konnte ich nie mit Sicherheit Keimungen feststellen; die Aecidiosporen keimten offenbar schlecht.

### Versuchsreihe 4.

Sie wurde am 15. Mai angesetzt mit den in Reihe 1 aufgetretenen Aecidiosporen, die auf 3 Stöcke von *Festuca pulchella* aufgespritzt wurden. Der Gehalt an Aecidiosporen war trotz der Zentrifugation gering; das Aufspritzen wurde aber dreimal wiederholt. Unter der Glasglocke wurden einige Blätter gelb. Am 1. Juni waren auf allen 3 Stöcken Infektionsflecken zu sehen; am 5. Juni besaßen einige Blätter offene Uredolager. Zwei Tage später traten neben den spärlichen Uredolagern bereits eine Anzahl Teleutolager auf, manchmal ohne daß ihnen an der betreffenden Stelle ein Uredolager vorausgegangen wäre, häufig aber so, daß einem strichförmigen Teleutolager der Blattunterseite 2, an seinen Enden auf der Blattoberseite gelegene, punktförmige Uredolager entsprachen. Am 16. Juni und später wurden auf Reihe 4 keine Uredolager mehr bemerkt.

Interessante Ergebnisse lieferten 3 weitere Versuchsreihen, die über die Spezialisierung der Teleutosporengeneration Klarheit schaffen sollten. Dabei ging ich von der Annahme aus, daß eventuell neben *Festuca pulchella* noch vorhandene Teleutosporenwirte in der Gattung *Festuca* zu finden wären. Um zugleich über das biologische Verhalten der neuen *Puccinia* zu *Puccinia poarum* weitere Anhaltspunkte zu gewinnen, zog ich auch 2 in der Umgebung des Brünli vorkommende *Poa*-Arten, *Poa alpina* und *Poa nemoralis*, bei. In dankenswerter Weise lieferte die eidg. Samenuntersuchungsanstalt in Zürich Samen der erforderlichen *Festuca*- und *Poa*-Arten. Die Samen wurden ziemlich dicht in Töpfe gesät und nach einigen Wochen die jungen, 3—5 cm hohen Räschen zu den Infektionsversuchen verwendet. Schlecht keimten nur *Festuca gigantea* und *Festuca heterophylla*; bei den andern Arten waren die Samen von vorzüglicher Keimfähigkeit.

Dagegen wurden die jungen Rasen im Gewächshaus vor den Infektions-

versuchen und sodann besonders während des Aufenthaltes unter der feuchten Glasglocke häufig von Schimmel befallen. Es waren aber immer nur vereinzelte Töpfe, die stark litten (s. unten), und ich glaube nicht, daß die Resultate durch den Schimmel wesentlich beeinflusst worden sind. Befallene Blätter bekam ich bei diesen Reihen in jedem Fall nur wenige und auf ihnen stets eine geringe Zahl von Lagern. Weitaus die kräftigste Infektion zeigten die auch noch zugezogenen ältern *Festuca pulchella*-Stöcke vom Brünli, und ich bekam den Eindruck, daß die jungen, feinen Blätter der Keimpflanzen schwerer befallen werden, als die jungen, aber flachen Blätter des Stengels, und der Blattriobe älterer Pflanzen.

Ich beschränkte mich hier meist darauf, die Anwesenheit der auffallenden Uredolager zu notieren, ihnen folgten regelmäßig im Abstand von wenigen Tagen die schwarzen Teleutolager.

#### Versuchsreihe 5.

Aecidiosporen aus Versuchsreihe 2 und aus dem Kistchenversuch. Material ziemlich spärlich. Das Aufspritzen der Sporen fand am 7. Juni statt und hatte folgendes Ergebnis:

	Erste Uredolager geöffnet	Letzte neuauftretende Uredolager, die beobachtet wurden
<i>Poa nemoralis</i> L. . . . .	29. Juni	6. Juli (nur vereinz. Blätter befallen)
„ <i>alpina</i> L. . . . .	29. Juni	3. Juli
<i>Festuca pulchella</i> vom Brünli, 1. Topf	23. Juni	3. Juli
„ „ „ 2. Topf	24. Juni	3. Juli
„ „ „ aus Samen . . . . .	29. Juni	6. Juli (nur vereinz. Blätter befallen)
„ <i>arundinacea</i> Schreb. . . . .	—	
„ <i>pratensis</i> Huds. . . . .	—	
„ <i>gigantea</i> (L.) Vill. . . . .	—	
„ <i>pumila</i> Vill. . . . .	—	
„ <i>rubra</i> L. . . . .	—	
„ <i>heterophylla</i> Lam. . . . .	—	
„ <i>violacea</i> Gaud. . . . .	—	
„ <i>ovina</i> L. . . . .	—	
„ <i>rupicaprina</i> (Hack.) Kern. . . . .	—	

Bei *Festuca heterophylla* und *gigantea* waren nur wenige Keimlinge entwickelt; *Festuca pratensis*, *rupicaprina* und *ovina* waren infolge des Schimmels beinahe ganz abgestorben.

#### Versuchsreihe 6.

Wurde begonnen am 6. Juli mit Aecidienmaterial aus Reihe 3. Auch hier war das Sporenmaterial ziemlich spärlich. Da ich von Bern abwesend war, besorgte Herr Dr. v. Büren die Beobachtung, wofür ihm hier bestens gedankt sei. Er notierte:

	Erste Uredolager geöffnet
<i>Poa nemoralis</i> . . . . .	—
„ <i>alpina</i> . . . . .	—
<i>Festuca pulchella</i> v. Brünli . . . . .	28. Juli (Infektion s. schwach!)
„ <i>arundinacea</i> . . . . .	—
„ <i>pratensis</i> . . . . .	—
„ <i>pumila</i> . . . . .	—
„ <i>rubra</i> . . . . .	—
„ <i>ovina</i> . . . . .	—
„ <i>rupicaprina</i> . . . . .	—

Meine Kontrolle am 5. August bestätigte die Beobachtung des Herrn v. Büren. Bei dieser Reihe blieb die Schimmelbildung gering; nur *Festuca pumila* hatte merklich darunter gelitten.

#### Versuchsreihe 7.

Wurde eingeleitet am 5. August, mit reichem Aecidiosporenmaterial, gesammelt am 4. August am Brünli bei Mürren. Die Grasrasen mußten zum Teil vorher etwas beschnitten werden. Ergebnis:

	Erste Uredolager geöffnet		Erste Uredolager geöffnet
<i>Poa nemoralis</i> . . . 1. Topf	21. August	<i>Festuca pratensis</i> . 2. Topf	—
„ „ . . . 2. „	27. August	„ <i>gigantea</i> .	—
„ „ . . . 3. „	—	„ <i>pumila</i> .	—
„ <i>alpina</i> . . . 1. „	21. August	„ <i>rubra</i> . . 1. „	—
„ „ . . . 2. „	—	„ „ . . 2. „	—
<i>Festuca pulchella</i> . 1. „	—	„ <i>violacea</i> . 1. „	—
„ „ . 2. „	—	„ „ . 2. „	—
„ <i>arundinacea</i> .	—	„ <i>ovina</i> .	—
„ <i>pratensis</i> . 1. „	—	„ <i>rupicaprina</i>	—

Die 3 befallenen Stöcke wiesen nur wenige Lager auf. Leider war ich auch wieder zeitweilig abwesend, und der Schimmel wütete schlimm. Ein *Festuca pulchella*- und ein *Festuca rubra*-Topf starben ganz aus; der andere *Festuca pulchella*-Topf, sowie je ein Topf mit *Festuca arundinacea*, *ovina*, *rupicaprina* und *Poa alpina* nahmen wesentlichen Schaden.

#### Versuchsreihe 8.

Am 2. Juli sammelte ich im Lauterbrunnental reichliches Aecidienmaterial von *Puccinia poarum* auf *Tussilago Farfara*. Es sollte zur Untersuchung des Verhaltens von *Puccinia poarum* gegenüber *Festuca pulchella* dienen. Am 6. Juli wurden die Aecidiosporen aufgespritzt auf

1 Topf mit *Poa nemoralis* (Keimpflanzenrasen),

2 Töpfe mit *Festuca pulchella* (vom Brünli).

Herr Dr. v. Büren hatte die Güte, auch diese Reihe zu beobachten und stellte auf *Poa nemoralis* eine beträchtliche Zahl von Uredolagern fest, die sich auf 4 Blätter verteilten (21. Juli, 28. Juli, 3. August). Beide *Festuca pulchella*-Stöcke blieben gesund. Zu erwähnen wäre hier, daß eine Anzahl älterer Blätter von *Festuca pulchella* unter der Glasglocke gelb geworden waren; doch war dies bei den Versuchen mit *Aecidium Petasitis* auch stets der Fall.

#### III. Zusammenfassung.

Meine biologischen Versuche haben also folgende Ergebnisse gezeitigt<sup>1)</sup>:

1. *Puccinia Petasiti-Pulchellae* befällt in seiner haploiden Phase die *Petasites*-Arten *P. niveus*, *albus* und *hybridus*, ruft dort nach 9—21 Tagen (in einem Fall erst nach 42 Tagen) Pykniden her-

<sup>1)</sup> Siehe auch die vorläufige Mitteilung der ersten Ergebnisse in d. Sitzungsber. d. bernisch. naturforsch. Gesellsch. vom 20. Mai 1916.

vor und nach 18—25 Tagen (in einzelnen Fällen auch noch später) die Aecidien. Auch *Tussilago Farfara* kann befallen werden; doch entwickelt hier der Pilz im besten Fall nur einige Pykniden.

Diese Form des Pilzes wurde von Sydow als *Aecidium Petasitis* beschrieben.

2. Die diploide Phase des Pilzes geht auf *Festuca pulchella* und erzeugt dort nach 16—21 Tagen die Uredolager. Die Teleutolager treten zugleich mit den Uredolagern des gleichen Mycels auf, oder folgen ihnen im Abstand von wenigen Tagen. Andere *Festuca*-Arten scheinen nicht befallen zu werden; dagegen nehmen *Poa alpina* und *nemoralis* den Pilz ebenfalls auf.

3. *Puccinia Petasiti-Pulchellae* ist biologisch mit *Puccinia poarum* nicht identisch. Sie kommt auf *Tussilago Farfara* nicht zur Aecidienbildung, höchstens in seltenen Fällen zur Pyknidenbildung. Die Aecidiosporen von *Puccinia poarum* gehen nicht auf *Festuca pulchella* über. Hier möchte ich auch den Versuch von Tranzschel noch einmal erwähnen, wonach *Petasites hybridus* durch Teleutosporen von *Puccinia poarum* nicht befallen wird.

4. Vom Standpunkt der Gramineensystematik aus ist die Tatsache interessant, daß durch *Puccinia Petasiti-Pulchellae* keine weitere *Festuca*-Art befallen wird, wohl aber *Poa*-Arten. Man erinnere sich dabei an den *Poa* artigen Habitus der *Festuca pulchella* (zusammengedrückte, etwas gekielte, grannenlose Deckspelzen; lockere, mit Ausläufen versehene Horste). Nur der lineale Fruchtnabel ist ein gutes *Festuca*-Merkmal<sup>1)</sup>.

Durch weitere Versuche soll das Verhältnis unseres Pilzes zur Gattung *Poa* noch genauer festgelegt werden.

### Morphologie des Pilzes.

#### a) Haploide Phase.

Das *Aecidium Petasitis* wurde von Sydow und dann besonders von Ed. Fischer und Bubák genau beschrieben<sup>2)</sup>. Ich halte mich im wesentlichen an deren Beschreibung.

Mycel auf gelblich verfärbten, oft von violetter Rand umzogenen, rundlichen Flecken der Blätter und selten auf den Blattstielen von *Petasites*-Arten.

Pykniden: auf der Blattoberseite in dichten Gruppen, selten auf der Blattunterseite (Nerven); honiggelb.

Aecidien: auf der Blattunterseite, selten einzelne nach der Blattoberseite durchbrechend, in dichten, rundlichen Gruppen. Peridie becherförmig (150—250  $\mu$  breit), ziemlich weit ausgebogen, gelblich-weiß, mit breitlappig zerschlitztem Rande. Peridienzellen<sup>3)</sup> fest verbunden in nicht sehr auffälligen Längsreihen und auf der Außenseite nach unten übergreifend. Außenwände bis 10  $\mu$  dick, von der Fläche gesehen punktiert. Innenwände 3—4  $\mu$  dick, mit undeutlicher Stäbchenstruktur, von der Fläche gesehen kleinwarzig.

<sup>1)</sup> Vgl. Schröter, C., Das Pflanzenleben der Alpen. 1908. p. 292.

<sup>2)</sup> Zusammenfassung siehe: Kryptogamenflora der Mark Brandenburg: Klebahn, Die Uredineen. 1914. p. 876.

<sup>3)</sup> Abbild.: siehe Ed. Fischer, loc. cit. p. 534.

**Aecidiosporen** in deutlichen Ketten, stumpf-polyedrisch, seltener ellipsoidisch, 20 bis 25: 15 bis 22  $\mu$ ; Membran dünn, dicht- und kleinwarzig. Inhalt orange.

#### b) Diploide Phase.

Auf den Blättern von *Festuca pulchella*, *Poa alpina* und *Poa nemoralis*.

**Uredolager**: blattoberseits, spärlich, zerstreut, zwischen den Bastbündelstreifen gelegen, klein (0,1 : 0,5 mm, selt. bis 1,2 mm lang), gelb, früh stäubend, aber arm an Sporen; Paraphysen fehlen. **Uredosporen** meist kugelig, oft ellipsoidisch oder eiförmig abgeplattet, Durchmesser 23  $\mu$  (Extrem 19 : 26  $\mu$ ). Membran farblos, 1—1,5  $\mu$  dick, mit feinen, 2,5  $\mu$  entferntstehenden Stachelchen besetzt. Keimsporen schwer zu beobachten, oft undeutlich; an einzelnen Sporen wurden ihrer 6—8 gezählt. Inhalt orange.

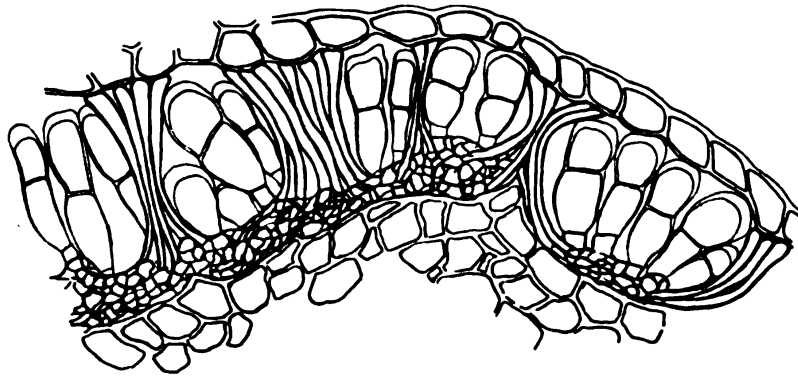


Fig. 1. Querschnitt durch ein Teleutolager. Vergr. 310.

**Teleutolager**: (s. Fig. 1) blattunterseits [sehr selten kleine Lager auf den Rippen blattoberseits], oft so, daß zwischen zwei Uredolagern der Blattoberseite ein Teleutolager der Blattunterseite entsteht, in der Längsrichtung zwischen den Bastbündelstreifen liegend, länglich bis strichförmig (0,75 bis 3 : 0,15 bis 0,3 mm), lange von der Epidermis bedeckt, schwärzlich. Braune, etwas kopfig angeschwollene, mit dem Kopf fest gegen die Epidermis des Blattes gepreßte **Paraphysen** begrenzen die Lager ringsum und teilen die größeren Lager in Abteilungen. Paraphysen 48—71  $\mu$  lang; Breite des Stieles 2—4  $\mu$ , des Kopfes 4—11  $\mu$ . **Teleutosporen** (s. Fig. 2) zweizellig, selten 1 oder 3 zellig, von etwas unregelmäßiger, schwach keulenförmiger Gestalt, Länge 45 bis 71  $\mu$ , Breite 17 bis 28  $\mu$ , am Scheitel abgestutzt oder ungleichseitig verjüngt, an der Basis in den Stiel verschmälert, an der Grenze beider Zellen nicht oder schwach eingeschnürt, untere Zelle oft länger und schmaler als die obere. **Membran** dünn (0,7—1,4  $\mu$ ), glatt, hellbraun, am Scheitel dunkler gefärbt und stark verdickt (bis 10  $\mu$ , gewöhnlich ca. 7  $\mu$ ). **Keimporus** der obern Zelle unterhalb der Scheitelpapille, derjenige der untern Zelle gegen die Mittelwand hin gelegen, erst bei der Keimung sichtbar werdend. Stiel kurz, bräunlich; Sporen nicht abfällig.

In bezug auf den Blattbau von *Festuca pulchella* ist zu sagen, daß die Epidermis der Unterseite fest und glatt ist. Diejenige der Oberseite ist zart, uneben und zwischen den Bastbündelstreifen in Längsrinnen eingesenkt. Auf der Blattoberseite liegen die Spaltöffnungen und zwar in den Längsrinnen, nur vereinzelt auf den Rippen. Wenige kurze,



breite Haare befinden sich am Rand der Längsrinnen. Es scheint also, daß die Uredolager bei ihrer Anlage die Nähe der Spaltöffnungen aufsuchen, die Teleutolager dagegen die Spaltöffnungen fliehen. Beim Abdorren rollen sich die Blätter von der Seite nach oben ein, so daß die Teleutolager der Blattunterseite nach außen zu liegen kommen.

Die Aecidien treten auf: am Brünli bei Mürren (1900 m): Juli,  
bei Bern (540 m): Mai.

Die Uredo- und Teleutolager folgen ca 3 Wochen bis 1 Monat später, allem Anschein nach in Bern rascher als am Brünli.

### Diagnose.

Pycnidiis epiphyllis, gregariis, flavo-melleis.

Aecidiis plerumque hypophyllis, maculis orbicularibus vel irregularibus flavis, saepe in margine purpurascentibus, insidentibus, usque 1 cm diam., in greges rotundatos dispositis. Pseudoperidiis cupulato explanatis, margine albido, latiuscule laciniato, revolutis. Aecidiosporis polygoniis, verruculosis, aurantiacis, 20—25: 15—22  $\mu$  diam.

Soris uredosporiferis epiphyllis, sparsis, minutis (0,1: 0,5 mm), ellipsoideis, flavis. Uredosporis v. globosis v. subglobosis v. ellipsoideis, subtiliter echinulatis, aurantiacis, 23  $\mu$  diam. (in extr. 19: 26  $\mu$ ); membrana hyalina, 1—1,5  $\mu$  crassa; poris germinationis non minus quam 6—8, non distincte apparentibus. Paraphysibus nullis.

Soris teleutosporiferis hypophyllis, sparsis, minutis, 0,75—3: 0,15—0,3 mm diam., v. rotundatis, v. oblongis v. linearibus, diu epidermide tectis, atris; Teleutosporis ovato-oblongis v. oblongo-clavatis, variabilibus, apice truncato v. irregulariter conico-attenuato, leniter incrassato (usque ad 10  $\mu$ ) saturatius colorato, levibus, brunneis, 45—71: 17—28  $\mu$  diam., saepe loculo inferiore longiore et angustiore; poro germinationis cellulae superioris sub apice, cellulae inferioris ad septum; pedicello brevi, brunneolo, persistenti. Paraphysibus brunneis, clavatis (long. 48—71  $\mu$ , diam. 2—4  $\mu$ , in ap. 4—11  $\mu$ ), dense aggregatis, soros in partes dividitibus.

Hab. aecidia in foliis vivis Petasitis nivei, albi, hybridi, uredo et teleutosporos in foliis vivis Festucae pulchellae, Poae alpinae, nemoralis, in alpinis Helvetiae.

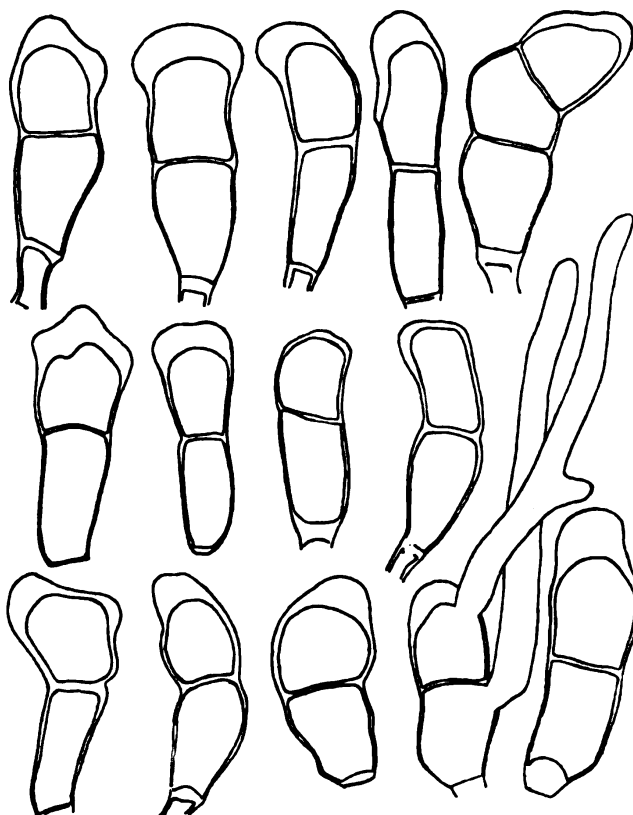


Fig. 2. Teleutosporen; rechts unten eine Spore mit den Keimschläuchen. Vergr. 475.

*Puccinia Petasiti-Pulchellae* ist offenbar der *Puccinia poarum* nahe verwandt, aber doch deutlich von ihr verschieden und zwar nicht nur durch ihr biologisches Verhalten, sondern auch morphologisch. Die Aecidien geben kaum Anhaltspunkte zur Unterscheidung, wohl aber die Uredo- und vielleicht auch die Teleutosporen.

a) Urediform. Vergleichsmaterial: Uredo auf *Poa compressa* aus Eriksson, *Fungi parasitici scandinavici*, 447 a, 1894 (Herbar. bernense).

Uredolager bei *P. Petasiti-Pulchellae* nur in geringer Zahl auftretend und rasch von den Teleutolagern gefolgt (Gebirgsform!); außerdem sind sie beträchtlich kleiner und heller gefärbt als bei *P. poarum*. Ferner fehlen in den Uredolagern die Paraphysen, und die Uredosporen sind deutlich kleiner als diejenigen des verglichenen Materials (letztere messen 23 bis 29 : 21 bis 23  $\mu$ ).

b) Teleutoform. Vergleichsmaterial: Teleutosporen auf *Poa nemoralis*, Erikss., *F. paras. sc.*, 447 b, 1891; Teleutosporen auf *Poa pratensis*, Sydow, *Uredineen*, 2426, 1911. (Beide aus dem Herbar. bernense).

Die Teleutolager sind gleichgebaut (viell. bei *P. poarum* etw. breiter: 0,5 mm); auch *P. poarum* bildet Paraphysen, was ich in der Literatur nicht angegeben finde. Die Teleutosporen aber sind bei *P. Petasiti-Pulchellae* größer und mit dickerer Scheitelpapille versehen (*Pucc. poarum* bei Eriksson: 37 bis 51 : 15 bis 26  $\mu$ , 3—7  $\mu$ . *Pucc. poarum* bei Sydow: 48 bis 62 : 14 bis 26  $\mu$ , 2,5—5  $\mu$ ).

Ob angesichts der beträchtlichen Variabilität in der Teleutosporengröße, die wir bei *Puccinia poarum* finden, die Größe der Teleutosporen als unterscheidendes Merkmal benutzt werden kann, erscheint mir noch unsicher.

Herr Prof. Ed. Fischer hatte von *Puccinia Petasiti pulchellae* befallene *Festuca pulchella* (det. W. Lüdi) schon am 23. Juli 1912 am Brünli gesammelt und die Vermutung gehegt, es handle sich um den Teleutosporenwirt von *Aecidium Petasitis*. Er legte aber die Pflanze, ohne vorläufig der Sache weiter nachzugehen, mit einer Anmerkung versehen, ins Herbarium. Mir kam sie erst zu Gesicht, als ich den Zusammenhang schon herausgefunden hatte.

Es ist möglich, aber noch gar nicht sicher, daß wir zu *Puccinia Petasiti-Pulchellae* alle Aecidien auf *Petasites*-Arten rechnen können. Aus der Schweiz habe ich folgende Funde des *Aecidium Petasitis* erwähnt gefunden:

Auf *Petasites niveus*:

Mürren am Brünli (1886, 1915, 1916): 1900 m	} Nach Ed. Fischer, <i>Uredineen der Schweiz</i> ; Belege im Herbar. bernense
Adelboden (1898) 1400 m . . . . .	
Davos (1901) 1650 m . . . . .	
Celerina (1895) ca. 1800 m . . . . .	
Entre le Richard et Pont de Nant (Diablerets) (1906)	} D. Cruchet in Bull. de la Murithienne. XXXIV.

Auf *Petasites albus*:

Vulpera (1889) ca. 1220 m . . . . .	} Nach Ed. Fischer, <i>Uredineen der Schweiz</i>
Weißtannental (1902) 1200 m . . . . .	
Colombier de Gex (Ain) (1903) ca. 1690 m . . . . .	

Turtmantal zw. Tourtmagne u. Gruben, 1909 } Cruchet in Bull. de la  
 Val d'Anniviers zw. Vissoye u. Chippis, 1909 } Murith. XXXVI  
 Nestalp bei Brig, 1913: Cruchet in Bullet. de la Murithienne XXXVIII.  
 Grütschalp<sup>1)</sup> bei Mürren (1916) 1390 m, leg. W. Lüdi.

Bei den auf *Petasites albus* angegebenen Funden scheint mir eine gewisse Vorsicht am Platze zu sein, da *Petasites albus*-Blätter leicht mit denjenigen des *Adenostyles Alliariae* (Guan) Kerner zu verwechseln sind. Aber an den meisten der aufgeführten Örtlichkeiten kommt *Festuca pulchella* vor, und käme somit als Teleutosporenwirt in Betracht. Auch ist bemerkenswert, daß *Festuca pulchella* und *Petasites niveus* ziemlich übereinstimmende Ansprüche an die Bodenunterlage machen (durchfeuchteten Kalkschutt) und, besonders in der Nähe der Baumgrenze häufig genug nebeneinander wachsen. *Petasites albus* allerdings besitzt eine viel weitere Verbreitung, in der montanen und subalpinen Zone.

Nun ist aber *Festuca pulchella* ein endemisches Produkt der alpinen Zone der Alpen (Alpen, Hochjura; wird auch für Siebenbürgen angegeben); das *Aecidium Petasitis* dagegen ist viel weiter verbreitet. Das Berner Herbarium besitzt *Aecidium Petasitis* von folgenden außerschweizerischen Standorten:

Oberstorf (Algäu), auf <i>Petasites niveus</i> , leg. P. Sydow (1898), No. 1248 . . . . .	} Exsikkaten- sammlung von Sydow
St. Isidor bei Bozen, auf <i>Petasites tomentosus</i> <sup>2)</sup> , leg. P. Sydow (1900), No. 1499 . . . . .	
Ceuhlau-Ocolasulmare (Rumänien), 1800 m, auf <i>Petasites Kablikiani</i> , leg. J. C. Constantineanu (1903), No. 2250. . .	
Colomea (Galizien), auf <i>Petasites hybridus</i> , leg. A. Wroblewsky (1914), No. 2648 . . . . .	

Magnus<sup>3)</sup> gibt für Tyrol und Voralberg sieben Standorte an:

Stuben am Arlberg, 1418 m auf *Petasites* sp.  
 St. Isidor bei Bozen, auf *Petasites* sp. (s. oben: Sydow Exsikkat)  
 Bodenalpe im Fimbertale, auf *Petasites niveus*  
 Martartal bei Gschnitz, auf *Petasites niveus*  
 Achentaler Straße bei Jenbach, auf *Petasites albus*  
 Kitzbühel, auf *Petasites albus*  
 San Martino di Castrozza, auf *Petasites albus*.

Nach Trotter<sup>4)</sup> findet sich das *Aecidium Petasitis* in Italien auf *Petasites albus*, und zwar auch nur in den Alpengegenden (Verona, Belluno, Val di Susa).

Klebahn<sup>5)</sup> erwähnt es für die norddeutsche Tiefebene auf *Petasites hybridus* und *tomentosus*, Bubák<sup>6)</sup> im Vorgebirge und Gebirge Böhmens auf *Petasites hybridus* und offici-

<sup>1)</sup> Der Pilz scheint im Lautenbrunnental auf *Petasites albus* verbreiteter zu sein, als ich annahm. Im Laufe des Sommers 1917 habe ich die Aecidien an folgenden Standorten gesammelt: 16. Juni Kneugraben bei Wengen, 1280 m; 16. Juni zwischen Lauterbrunnen und Mürren, 940—1240 m; 12. Juli Trachsellauinen, Fichtenwald, 1310 m. Die Aecidien fanden sich an allen drei Lokalitäten reichlich.

<sup>2)</sup> Bestimmungsfehler; *Petasites tomentosus* fehlt den Alpen.

<sup>3)</sup> Magnus, P., Die Pilze von Tirol, Vorarlberg und Liechtenstein. 1905. p. 130.

<sup>4)</sup> Flora Italica Cryptogama. Pars I. Fasc. 4; Alex. Trotter, Uredinales. 1908. p. 431.

<sup>5)</sup> loc. cit.

<sup>6)</sup> loc. cit.

*nalis*. Rostrup-Lind<sup>1)</sup> zählt es für Dänemark auf (*Puccinia poarum* auf *Petasites albus*); Buchholtz fand es in den russischen Ostseeprovinzen, Schröter in Schlesien (beide cit. nach Rostrup-Lind). Liro<sup>2)</sup> endlich gibt für Finnland mehrere Standorte und zwar auf *Petasites frigidus* (L.) Fr.

Nur für die Standorte in den Alpen ist *Festuca pulchella* als Teleutosporenwirt möglich. Für die außeralpinen Vorkommnisse von *Aecidium Petasitis* dürfen wir vielleicht annehmen, daß *Festuca pulchella* durch *Poa*-Arten ersetzt wird, da ja nach meinen Untersuchungen *Aecidium Petasitis* auch auf *Poa* übergeht. Inwiefern dies der Fall ist, wäre nun, besonders auch für das Alpengebiet, noch genauer festzulegen. Für meinen Fund des *Aecidium Petasitis* auf *Petasites albus* bei Grütschalp (Mürren) käme *Festuca pulchella* als Teleutosporenwirt kaum in Betracht, viel eher *Poa nemoralis*. Das gleiche ist für alle anderen kalkarmen Gebiete der Alpen der Fall. Herr Dr. Eug. Mayor fand letzten Sommer (13. Aug. 1916) in der Gegend von Celerina (Engadin) reichlich infizierte *Poa nemoralis* in unmittelbarer Nähe von aecidientragender *Petasites niveus*. Das mir von Herrn Dr. Mayor durch Vermittlung Herrn Prof. Ed. Fischers gütigst zur Untersuchung überlassene Material erlaubt leider keine sichere Diagnose. Die Teleutosporen halten genau die Mitte zwischen *Puccinia poarum* und *Puccinia Petasiti-Pulchellae*, oder neigen eher zu ersterer Art hin; die Uredolager sind bereits abgestorben, so daß sich das Fehlen oder Vorhandensein von Paraphysen nicht sicher feststellen ließ. Auch ist es auffällig, daß die diploide Phase des Pilzes bereits so stark entwickelt war, während nach Dr. Mayors Beschreibung die Pestwurzblätter noch ganz rot von Aecidien waren. Am Brünli ließen sich zur Zeit, da sich die Teleutolager deutlich entwickelt hatten, nur mit Mühe noch halbverfaulte und zerfressene, aecidienbefallene Blätter finden. Bei der schon erwähnten Variabilität von *Puccinia poarum* wird es wohl oft schwer oder unmöglich sein, aus dem Teleutosporenmaterial *Puccinia Petasiti-Pulchellae* auf *Poa*-Arten auszuscheiden.

Von den unvollständig bekannten, Gramineen bewohnenden *Puccinia*-Arten scheint mir nach Klebahn<sup>3)</sup> und Sydow<sup>4)</sup> Beschreibung keine mit *Puccinia Petasiti-Pulchellae* identisch zu sein.

Diese Arbeit wurde angefertigt im botan. Institut der Universität Bern, unter der Leitung meines verehrten Lehrers, Herrn Prof. Dr. Ed. Fischer, dem ich für seine Unterstützung den besten Dank ausspreche, ebenso wie auch Herrn Obergärtner Schenk und seinen Gehilfen.

Bern, im Dezember 1916.

<sup>1)</sup> Danish Fungi, as represented in the herbarium of E. Rostrup, Revised by J. Lind. 1913. p. 309.

<sup>2)</sup> J. Ivar Liro, *Uredineae Fennicae*. 1908. p. 569.

<sup>3)</sup> loc. cit. p. 613 ff.

<sup>4)</sup> Sydow, H. u. P., *Monographia Uredinearum*. I. 1904.

## Neue Literatur,

zusammengestellt von

Prof. Dr. OTTO HAMANN,  
Oberbibliothekar der Kgl. Bibliothek in Berlin.

### Allgemeines, Lehrbücher usw.

Jahresbericht über die Fortschritte in der Lehre von den Gärungsorganismen und Enzymen. Unt. Mitwirk. v. Fachgenossen bearb. u. herausg. v. Alfred Koch. 22. Jg. 1911. Leipzig (Hirzel) 1916, VIII, 680 p. 8°. *M* 40,—.

### Untersuchungsmethoden, Instrumente usw.

- Dujarric de la Rivière, R.**, Sur un nouveau milieu de culture: la gélose à l'orange. (Compt. rend. soc. biol. T. 79. 1916. No. 16. p. 843—844.)
- Kahlfeld, F.**, u. **Wahlich, A.**, Bakteriologische Nährbodentechnik. Leitfaden zur Herstellung bakteriologischer Nährböden. Ratschläge und Winke für alle im Laboratorium vorkommenden wichtigen Hilfsarbeiten. Wien (Urban & Schwarzenberg) 1916. XII, 96 p. 8°. 29 Fig. *M* 2,80.
- Kraus, Oskar**, Zur Verwendung der Lindnerschen Tröpfchenkultur für die Bakterienforschung. (Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabr. Jg. 45. 1917. No. 8. p. 62.)
- Moskovičs, Wilhelm**, Eine leicht herstellbare praktische Tropfpipette. (Wiener klin. Wochenschr. Jg. 29. 1916. No. 29. p. 920. 3 Fig.)
- Oetli, Max**, Versuche mit lebenden Bakterien. Eine Anleitung zum selbständigen Arbeiten mit Bakterien und anderen Kleinpilzen für den naturwissenschaftlichen Arbeitsunterricht und den Naturfreund. (Mikrokosmos 1916/17. Jg. 10. H. 1. p. 1—7. Mit zahlr. Abb.)
- Salus, G.**, Blutkohle als Entkeimungsmittel für kleine Trinkwassermengen nebst Versuchen zur bakteriologischen Wasseruntersuchung. (Wiener klin. Wochenschr. Jg. 29. 1916. No. 27. p. 846—848.)

### Systematik, Morphologie.

- v. Höhnelt, Franz**, Fragmente zur Mykologie. 1. bis 18. Mitt. No. 1—1000. Wien 1916. 69 p. 8°. (Sitzungsber. d. K. Akad. Wien, Math.-nat. Kl.) *M* 1,30.
- Rübsaamen, Ew. H.**, Cecidomyidenstudien 5. Revision der deutschen Asphondylarien. (Sitzungsber. d. Ges. naturf. Freunde, Berlin. 1916. No. 1. p. 1—12. 9 Fig.)
- Sartory, A.**, Contribution à l'étude anatomique et histologique de quelques champignons du genre Collybia. (Compt. rend. soc. biol. T. 79. 1916. No. 20. p. 1103—1105.)
- Schumacher, F.**, Pseudococcus vovae Nasonow, eine für Deutschland neue Schildlaus. (Sitzungsber. d. Ges. f. Naturf. Freunde, Berlin 1916. No. 9. p. 346—347.)

### Biologie.

- Bokorny, Th.**, Neues über Gärung. Neue Dauerhefen. (Fermentforschung. Bd. 1. 1916. No. 7. p. 505—532.)
- Fransen, Hartwig**, Beiträge zur Biochemie der Mikroorganismen. 10. Mitt. Über die Bildung und Vergärung von Ameisensäure durch *Bacterium coli commune*. (Hoppe-Seylers Ztschr. f. physiol. Chem. Bd. 97. 1916. H. 6. p. 314—324.)
- Gorini, C.**, Der Einfluß der Temperatur auf die eiweißzersetzende Tätigkeit der Milchsäurebakterien. (Atti della R. Accad. dei Lincei. Bd. 24. H. 8. p. 369—376. Rom, 17. Oktober 1915; Ref. in: Internat. agr.-techn. Rundschau. 1916. H. 1. p. 78.)
- Heinze, B.**, Der günstige Einfluß einer vermehrten Kalkzufuhr auf die Ernährung der gesamten niederen und höheren Lebewesen. (Fühlings landw. Ztg. 1916. H. 19/20 p. 463—473.)
- Iskert, Franz**, Über die Bakterien im Schwimmbadewasser. (Öffentl. Gesundheitspflege. Jg. 1. 1916. H. 8. p. 461—471.)
- Karny, H.** u. **van Leeuwen-Reijnvaan, W. u. J.**, Beiträge zur Kenntnis der Gallen von Java. Zweite Mitteilung über die javanischen Thysanopterocecidien und deren Bewohner. (Ztschr. f. wiss. Insektenbiol. Bd. 12. 1916. H. 7/8. p. 188—199. Mit 26 Fig.)
- v. Keissler, Karl**, Neues Vorkommen von *Puccinia Galanthi* Ung. (Österr. Bot. Ztschr. Jg. 65. 1915. No. 7/8. p. 236—238.)
- Lindet, L.**, Le déchet de la fermentation alcoolique. (Compt. rend. Acad. sc. T. 164. 1917. No. 1. —. 58—61.)

- Löhnis, F. u. Smith, W. R.**, Life Cycles of the Bacteria. (Journal of agric. research. Washington 1916. Vol. 6. No. 18. p. 675—703. Mit 7 Taf.)
- Meyerhof, Otto**, Untersuchungen über den Atmungsvorgang nitrifizierender Bakterien. 2. Beeinflussung der Atmung des Nitratbildners durch chemische Substanzen. (Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. 165. H. 4/7. p. 229—284. 6 Fig.)
- Moll, Friedr.**, Über die Zerstörung von verarbeitetem Holz durch Käfer und den Schutz dagegen. (Naturwiss. Ztschr. f. Forst- u. Landw. 1916. No. 10/11. p. 482—503.)
- Molliard**, Rôle catalytique du nitrate de potassium dans la fermentation alcoolique, produite par le *Sterigmatocystis nigra*. (Compt. rend. Acad. sc. T. 163. 1916. No. 20. p. 570—572.)
- Moufang, Ed.**, Über eine spezifische Wirkung „toter Hefe“. (Allg. Ztschr. f. Bierbr. Jg. 44. 1916. No. 49. p. 407—408.)
- Paillot, A.**, Les Coccobacilles du Hanneton. Action pathogène sur quelques chenilles de Macrolépidoptères. (Compt. rend. soc. biol. T. 79. 1916. No. 20. p. 1102—1103.)
- Quade, F.**, Möglichkeiten zur Gewinnung billigerer Mineralhefe. (Chemiker-Ztg. Jg. 41. 1917. No. 4. p. 29.)
- Schmidt, Hugo**, Einige biologische Notizen zu *Diphlebus unicolor* F. als Bewohner der der von *Lipara lucens* erzeugten Schilfgallen. (Ztschr. f. wiss. Insektenbiol. Bd. 12. 1916. H. 11/12. p. 306—309.)
- Schulze, Paul**, Mitteilungen über märkische Gallen. (Sitzungsber. d. Ges. naturf. Freunde. 1916. No. 8. p. 217—241. 20 Fig.)
- Schumacher, F.**, Auftreten einer Tamariskenzikade in Brandenburg. (Sitzungsber. d. Ges. naturf. Freunde Berlin. 1916. No. 8. p. 241—244.)

### Beziehungen der Bakterien und Parasiten zur unbelebten Natur.

#### Luft, Wasser, Boden.

- Gemünd, Wilh.**, Über die Selbstreinigung des Wassers durch Protozoen mit besonderer Berücksichtigung des biologischen Klärprozesses. (Hyg. Rundsch. Jg. 26. 1916. No. 15. p. 489—496; No. 16. p. 521—528.)
- Pringsheim, Hans**, Neuere Untersuchungen über Bodenbakteriologie und die den Luftstickstoff assimilierenden Bakterien. Sammelref. (Med. Klinik. Jg. 12. 1916. No. 35. p. 932—933.)
- Savage, William G. and Read, W. J.**, The significance of streptococci in water supplies. (Journ. of hyg. Vol. 15. 1916. No. 3. p. 334—351.)

#### Milch, Molkerei.

- Allemann, O. u. Schmid, H.**, Über die Festigkeit des durch Lab erzeugten Milchkoagulums. (Landw. Jahrb. d. Schweiz. 1916. Jg. 30. H. 3. p. 357—383.)
- , Über die Festigkeit des durch Lab erzeugten Milchkoagulums. (Milchw. Centralbl. 1916. H. 18. p. 273—284; H. 19. p. 292—301; H. 20. p. 305—311.)
- Ayers, S. H.**, Vergleichende Untersuchungen zwischen der Pasteurisierung von Milch in Flaschen gegenüber der Pasteurisierung von Milch vor dem Abfüllen. (Molkerei-Ztg. Berlin. 1916. No. 38. p. 298.)
- , Der gegenwärtige Stand der Milchpasteurisierung. (Int. agr.-techn. Rundsch. 1916. H. 4. p. 363—365.)
- Barthel, Chr.**, Versuche über die Dauerpasteurisierung der Milch in Schweden. (Intern. agr.-techn. Rundsch. 1916. H. 1. p. 79—81.)
- Bartholow, Paul**, The history of condensed milk, with a note on its therapeutical uses. (Med. Record. Vol. 90. 1915. No. 7. p. 284—286.)
- Bendick, Arthur J.**, A study of the commercial preparations of *Bacillus bulgaricus*. (Journ. American med. assoc. Vol. 64. 1915. No. 10. p. 809—810.)
- Buerschaper**, Milchfälschung? (Sächs. landw. Ztschr. 1916. No. 44. p. 594—596.)
- Burri, R. u. Hohl, Joh.**, Einfluß des Melkens mit der Melkmaschine „Omega“ auf die bakteriologische Beschaffenheit der Milch. (Landw. Jahrb. d. Schweiz. 1916. Jg. 30. H. 2. p. 240—255.)
- v. Dam, W.**, Übt das Fett im Käse einen Einfluß auf die Reifung aus? (Molkerei-Ztg. Berlin 1916. No. 45. p. 354—355.)
- , Wird die Reifung der Hartkäse vom Fettgehalt beeinflusst? (Milchwirtschaftl. Centralbl. 1916. H. 21. p. 321—324.)
- Davis, David John**, Hemolytic Streptococci found in milk. (Journ. of infect. dis. Vol. 19. 1916. No. 2. p. 236—252.)
- Frost, William Dodge**, Comparison of a rapid method of counting bacteria in milk with

- the standard plate method. (Journ. of infect. dis. Vol. 19. 1916. No. 3. p. 273—287. 5 Fig.)
- Grempe, P. M.**, Kindermilch-Präparate. (Milchwirtsch. Centralbl. 1916. H. 20. p. 314; H. 21. p. 333.)
- Grimmer**, Milchperoxydase und Milchalbumin. (Ztschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1916. Jg. 26. H. 22. p. 340.)
- Haglund, E.**, Untersuchungen über den Verkäsungswert von Milch mit verschiedener Zusammensetzung. (Ref. v. J. Volhard in: Biedermanns Centralbl. f. Agrik.-Chemie. 1916. No. 7. p. 348—355.)
- Hildebrandt, Alfred**, Die Verfahren zur Unterscheidung von roher und gekochter Milch. Ein Beitrag zur Kenntnis der Peroxydase-Reaktionen der Kuhmilch. (Landw. Jahrb. 1916. Bd. 50. H. 2. p. 177—303. Mit 1 Textabb.)
- Käserei- und Molkerei-Kalender**, Schweizerischer. Milchwirtschaftl. Taschenbuch für 1917. Hrsrg. v. G. Koestler. Jg. 21. Bern (Wyss) 1917. XII, 148 p. 8°. 1 Taf. M 2,—.
- Kürsteiner, J.**, Wie ist die Käsereifungskultur entstanden, wie wird sie hergestellt und wie lauten die Erfahrungen der Praxis im Jahre 1915? (Molkerei-Ztg. Berlin 1916. No. 26. p. 201; No. 27. p. 209; No. 28. p. 217.)
- Micksch**, Die Säuberung der Gefäße, Geräte und Apparate in der Molkerei. (Deutsche Milchwirtsch. Ztg. 1916. No. 71. p. 609—610.)
- Mollenhauer, Emil**, Studien über das aus Milch hergestellte Chlorcalciumserum und über Gefrierpunktbestimmungen der Milch. [Diss.] Königsberg i. Pr. 1914. (Ztschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. 1915. Bd. 30. H. 1. p. 36. 112 S. 1 Tab.)
- Nijholt**, Verbesserung der Milchbehandlung und was können die Genossenschaftsmolkereien tun, um die Verbesserung der Milchbehandlung zu fördern? (Deutsche Milchwirtsch. Ztg. 1916. No. 19. p. 769; No. 93. p. 785.)
- Paul, Theodor**, Verfahren zur Haltbarmachung (Konservierung) von Butter für lange Zeit. (Chemiker-Ztg. 1917. No. 10. p. 74—75.)
- Frausnitz, Paul Georg**, Klinische Erfahrungen mit einer aus saurer Milch hergestellten (!) Eiweißmilch. (Aus d. Säuglingsheim d. Vaterl. Frauenver. zu Berlin-Wilmersdorf. Berlin (Ebering) 1915. 31 S. 8°. [Diss. med.] Berlin.)
- Raebiger, H. u. Wiegert, E.**, Yoghurt-Streckbutter. (Ztschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1916. Jg. 17. H. 1. p. 3—5.)
- Reitz, A.**, Umschau über die Fortschritte der Milchwissenschaft. (Ztschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1916. Jg. 27. H. 6. p. 81; H. 7. p. 101.)
- Samarani, Franco**, Die Milchsäuremengen bei natürlichen und künstlichen Gärungen; ihr Einfluß auf die Käserei. (Milchwirtsch. Centralbl. 1916. No. 22. p. 341—347.)
- Serkowski, St.**, Schmutz, Eiter und Pepton in der Milch. (Wiener klin. Wochenschr. Jg. 29. 1916. No. 49. p. 1586—1590. 2 Fig.)
- Swiatopelk-Zawadzki, H.**, Über Bakterienprotease in der Milch. (Ztschr. f. d. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. 1916. Bd. 32. H. 4. p. 161—170.)
- Thöni, J.**, Untersuchungen über die hygienisch-bakteriologische Beschaffenheit der Berner Marktmilch mit Berücksichtigung des Vorkommens von Tuberkelbacillen. (Mitt. Lebensm.-Unters. u. Hyg., veröff. v. Schweizer Gesundheitsamt 1914. Bd. 5. p. 9—92; ref. v. C. Mai in Ztschr. f. d. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. 1916. Bd. 32. H. 10. p. 452.)
- Tillmans, J. u. Schneehagen, W.**, Erfahrungen mit der quantitativen Bestimmung der Salpetersäure in der Milch bei der praktischen Milchkontrolle. (Ztschr. f. d. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. 1916. Bd. 1. H. 11. p. 341—352.)
- Weich, A.**, Nach der F. J. Herzchen Formel: Tabelle zur ungefähren Berechnung des Wasserzusatzes bei Milchverfälschungen. (Ztschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich. 1916. H. 3/4. p. 81—83.)
- Wenger, G.**, Ein Beitrag zur Beurteilung von Milchfälschungen durch Wasserzusatz. (Aus: 29. Jahresber. d. Berner Molkereischule; Molkerei-Ztg. Berlin. 1916. No. 42. p. 329.)
- Zieschang, Martin**, Alkoholzahl und Keimgehalt der Milch. 68 p. 8°. Weida i. Th. 1914. Druck: Thomas & Hubert.
- Zlataroff, As.**, Über die Bereitung und die Zusammensetzung der spezifisch bulgarischen Käsesorten. (Ztschr. f. d. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. 1916. Bd. 31. H. 12. p. 387—394.)

### Wein, Weinbereitung.

- Meißner, Richard**, Über die Behandlung der 1916er Weine nach der Hauptgärung. (Der Weinbau. Jg. 15. 1916. No. 11. p. 116—117.)

- Meißner, Richard**, Zur Richtigstellung betr. Auftreten von Krankheiten in den Rottenburger Weinbergen. (Der Weinbau. Jg. 15. 1916. No. 12. p. 127.)
- Rothenbach, F.**, Die Einwirkung der Essigbakterien auf die Bestandteile des Weines bei der Essiggärung. (Die deutsche Essigindustrie. 1916. No. 28. p. 189—192.)
- Rothenbach, J.**, Zur Frage der Einwirkung der Essigpilze bei der Gärung auf die Bestandteile des Weines. (Die deutsche Essigindustrie. 1916. No. 49. p. 358—361; No. 50. p. 366—369.)

#### Bier, Bierbereitung.

- Adler, Ludwig**, Über den Einfluß der Wasserstoffionen auf die Wirksamkeit der Malzdiastase. (Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabrik. Jg. 44. 1916. No. 51. p. 421—424.)
- Caesar, Emil**, Surrogatbiere. (Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabrik. Jg. 44. 1916. No. 47. p. 391—392.)
- Heuß, Robert**, Literarische und zymotechnische Rückblicke auf das Jahr 1916. (Forts.) (Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabrik. Jg. 45. 1917. No. 7. p. 51—54; No. 8; No. 9. p. 65—70.)
- Kießling, L.**, Über die Streifenkrankheit der Gerste. (Wochenschr. f. Brauerei. 1916. No. 48. p. 382; No. 49. p. 386.)
- Lindner, P.**, Zur Kenntnis der Hausflora einiger Brauereibetriebe. (Wochenschr. f. Brauerei. 1916. No. 41. p. 321; No. 42. p. 331; No. 43. p. 340. Mit 40 Abb.)
- Moufang, Ed., u. Mayer, A.**, Zur Kenntnis des Verhaltens eines aus Bierhefe hergestellten neuen Körpers „Testilupin“. (Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabrik. Jg. 45. 1917. No. 3. p. 19—21.)
- Schönfeld, F.**, Die Neubelebung der Obergärung durch den Krieg. (Tagesztg. f. Brauerei. 22. Okt. 1916.)
- Zikes, Heinrich**, 40. ordentliche Mitgliederversammlung der Wissenschaftlichen Station für Brauerei in München. (Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabrik. Jg. 44. 1916. No. 47. p. 389—390.)

#### Fleisch.

- Acel, Desider**, Nachweis und quantitative Bestimmung der Nitrate und Nitrite in Fleisch- und Wurstwaren. (Ztschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. 1916. Bd. 31. H. 11. p. 332—341.)
- Bauer, J.**, Der Pferdefleischnachweis in gekochten Fleisch- und Wurstwaren nach Sachs-Georgi. (Ztschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. Jg. 27. 1917. H. 7. p. 97—101.)
- Douma, S.**, De bacteriën der Proteus-groep als oorzaak van vleeschvergiftigingen. (Tft. vergel. geneesk. dl. 2. 1916/17. p. 131—143.)
- Glage**, Aus der Gerichtspraxis bei Fleischvergiftungen. (Berliner Tierärztl. Wochenschr. 1916. No. 44. p. 517—523; No. 45. p. 532—534.)
- Kallert, E. u. Standfuß, R.**, Über die Verarbeitung von Schweinen zu haltbaren Fleischwaren mit besonderer Berücksichtigung der Konservierung in Dosen. (Abh. z. Volksernährung. Berlin 1916. H. 4. 96 p. 8<sup>o</sup>. *M* 1,50.)
- , Über die Behandlung und Verarbeitung von gefrorenem Rindfleisch. (Ztschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1916. Jg. 26. H. 16. p. 241—243; H. 17. p. 269—281; H. 18. p. 277—280; H. 19. p. 292—295; H. 20. p. 309—312.)
- , Ein neues Gefrierverfahren zur Konservierung von Fischen. (Ztschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1916. Jg. 26. H. 23. p. 353—355.)
- Koenig, P.**, Dauerfleisch und Dauerwurst zur Versorgung von Heer und Volk. Erfahrungen über Herstellung, Aufbewahrung, Haltbarkeit und Versand. (Abh. z. Volksernährung. H. 3. Berlin 1916. 79 p. 8<sup>o</sup>. *M* 1,50.)
- Kossowicz, Alexander u. Nassau, Rob.**, Beiträge zur Bakteriologie und Technologie der Fleischkonservenfabrikation. (Wiener tierärztl. Monatsschr. 1916. Jg. 3. No. 3. p. 81—102.)
- , Über Fleischgemüsekonserven. (Ztschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1916. Jg. 27. H. 4. p. 49—52.)
- Marchis, M. L.**, Le commerce de la viande congelée en 1915. (Revue scientif. Année 54. 1916. No. 15. p. 456—458.)
- Martin, O.**, Ein hygienischer und wirtschaftlicher Mißstand im Handel mit Süßwasserfischen. (Ztschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1916. Jg. 26. H. 21. p. 321—323.)
- Müller, Hans**, Über Einrichtung und Betrieb von Feldschlächtereien unter besonderer Berücksichtigung der Tierseuchenbekämpfung und der Fleischbeschau. 46 p. Dresden (Franke) 1915. Leipzig, Veterinär-med. Diss.)
- Sparapani, G. C.**, Das finnige Schweinefleisch und die Präzipitationsreaktion. (Int. agr.-techn. Rundsch. 1916. H. 3. p. 248.)
- Tillmans, J. u. Mildner, H.**, Über den Nachweis beginnender Fleischfäulnis. (Ztschr. f. Unters. d. Nahr.- u. Genußmittel. 1916. Bd. 32. H. 2. p. 65—75.)



## Andere Nahrungsmittel.

- B.,** Über Fäulnisbakterien an eingelagerten Kartoffeln. Ref. (Ztschr. f. Spiritusindustrie. 1916. No. 37. p. 364.)
- Fleurent, E.,** Sur un procédé de conservation du pain destiné particulièrement aux prisonniers de guerre. (Compt. rend. Acad. sc. T. 163. 1916. No. 5. p. 135—136.)
- Großfeld, J.,** Schnellmethode zur Altersbestimmung von Hühnereiern. (Ztschr. f. d. Unters. d. Nahr.- u. Genußmittel. 1916. Bd. 32. H. 5. p. 209—216.)
- Heinzelmann, R.,** Der Essig in der Konservenindustrie. (Die deutsche Essigindustrie. 1916. No. 40. p. 286; No. 42. p. 302; No. 43. p. 313; No. 44. p. 318; No. 45. p. 326; No. 46. p. 355; No. 47. p. 343; No. 48. p. 350; No. 49. p. 361.)
- Henneberg, W.,** Das Sauerkraut. (Die Deutsche Essigindustrie 1916. No. 21. p. 133; No. 22. p. 141; No. 23. p. 152; No. 24. p. 160; No. 25. p. 166; No. 26. p. 176; No. 27. p. 184; No. 28. p. 192; No. 29. p. 199; No. 30. p. 207; No. 31. p. 215; No. 32. p. 223. Mit Abb.)
- Postolka, August,** Das Vogelei und dessen marktpolizeiliche Untersuchung und Beurteilung. (Wiener tierärztl. Monatsschr. Jg. 3. 1916. H. 8. p. 321—348.)
- Schander,** Das Überwintern der Kartoffeln. (Landw. Centralbl. f. d. Prov. Posen. 1916. No. 46. p. 721—726. Mit 12 Abb.)

## Wohnungen, Abfallstoffe, Desinfektion usw.

- Baerthlein, Karl,** Der Von Dr. nische Heißblutapparat und seine Wirkungsweise gegenüber Läusen, Nissen und bakteriellen Keimen. (Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Orig. Bd. 78. 1916. H. 7. p. 527—557. 17 Fig.)
- Gemünd, Wilh.,** Der biologische Klärprozeß. (Med. Klinik. Jg. 12. 1916. No. 50. p. 1314—1316.)
- Greaves, J. E. u. Carter, E. G.,** Influence of Barnyard Manure and Water upon the Bacterial Activities of the Soil. (Journal of Agric. Research. Washington. 1916. Vol. VI. No. 23. p. 889—923.)
- Kirstein, Fritz,** Leitfaden für Desinfektoren in Frage und Antwort. 8. wes. erw. u. verm. Aufl. Berlin (Springer) 1916. 8°. *M* 1,80.
- v. Scheurlen,** Leitfaden der praktischen Desinfektion und Ungezieferbekämpfung. Zum Gebrauch für Desinfektoren, Krankenpfleger und Krankenpflegerinnen. 2. Aufl. VII, 114 p. kl. 8°. Stuttgart (W. Kohlhammer) 1916. *M* 1,40.
- Weldert, R., u. Bürger, B.,** Beiträge zur Anwendung des Chlors bei der Desinfektion von Wasser und Abwasser. (Hyg. Rundsch. Jg. 27. 1917. No. 1. p. 1—11; No. 2. p. 33—44; No. 3. p. 69—84.)

## Beziehungen der Bakterien und Parasiten zu Pflanzen.

## Krankheitserregende Bakterien und Parasiten.

- Appel, Otto,** Die Kraut- und Knollenfäule der Kartoffeln. 4 p. Berlin (Paul u. Springer) 1916. (Flugblatt No. 51 d. Kaiserl. Biol. Anstalt f. Land- u. Forstw.)
- Baer, W.,** Über Nadelholz-Blattwespen. (Naturwiss. Ztschr. f. Forst- u. Landw. 1916. H. 7/8. p. 307—325. Mit 5 Abb.)
- Burkhardt, F.,** Die wichtigsten Schädlinge und Krankheiten des Rapses und ihre Bekämpfung. (Landw. Centralbl. f. d. Prov. Posen. 1916. No. 39. p. 609—612. Mit 5 Abb.)
- Dorogin, G. J.,** Die Frage des Einflusses der Witterungsfaktoren auf die Verbreitung der Pflanzenkrankheiten. (Materiali po Mikologhii i Fitopatologhii Rossii. Jg. 1. H. 2. p. 3—9, mit einer Zeichnung. Petersburg 1915. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundsch. 1916. H. 4. p. 373.)
- Fischer, Hugo,** Versuche über Frostbeschädigungen an Getreide und Hülsenfrüchten. (Jahresber. d. Verein. f. angew. Bot. Jg. 13. 1915. p. 92—141. Berlin (Bornträger) 1916.
- Fulmek, Leopold,** Schäden durch Wiesenwanzen auf den Weinstock. (Ztschr. f. Pflanzenkrankh. 1916. Bd. 26. H. 6/7. p. 323—329. Mit 7 Abb.)
- Gaßner, Gustav,** Beiträge zur Frage der Überwinterung und Verbreitung der Getreideroste im subtropischen Klima. (Ztschr. f. Pflanzenkrankh. 1916. Bd. 26. H. 6/7. p. 329—374.)
- Henning, Ernst,** Beobachtungen über die Verzweigung der Gerste und die Widerstandsfähigkeit einiger Gramineen gegen verschiedene Rost- und Brandpilze. (Sveriges Utsädeförenings Tidskrift. Jg. 20. p. 130—137. Stockholm 1915. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundsch. 1916. H. 3. p. 275—276.)

- Hiltner, L., u. Gentner, G.**, Über die Schädigung des Leins durch die Flachseide. (Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. -schutz. 1916. No. 11. p. 129—133. Mit 1 Abb.)
- , Über den Grad des Fusariumbefalles und über die sonstige Beschaffenheit des im Herbst 1916 in Bayern verwendeten Saatroggens. (Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. -schutz. 1916. No. 11. p. 133—136.)
- Jobleinss-Pomeroy, Arthur W.**, Beobachtungen über fünf nordamerikanische Kriebelmückenarten und ihre Rolle als Überträger von Infektionskrankheiten. (United States Departm. of Agricult. Bull. No. 329. 48 p. 15 Abb. u. 5 Taf. Washington, 6. März 1916. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundsch. 1916. H. 6. p. 485.)
- Jones, L. R. u. Gilman, J. C.**, Wisconsin Hollander No. 8, neugezüchtete, gegen *Fusarium conglutinans* widerstandsfähige Kohlsorte. (Agricult. Exper. Stat. of the Univ. of Wisconsin, Research Bull. 38. p. 1—70. Abb. 1—23. Madison, Wisconsin, 1915. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundsch. 1916. H. 3. p. 277.)
- Kemner, N. A.**, Holzschädigende Insekten in Schweden. (Meddel. No. 108 från Centralanstalten för Jordbruksområdet, Entomol. Avdel. No. 19. p. 1—43. Abb. 1—33. Stockholm 1915. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundsch. 1916. H. 3. p. 289.)
- Knechtel, Wilhelm R.**, *Phlyctaenodes sticticalis*, ein schädlicher Kleinschmetterling auf Tabak in Rumänien (1). (Directiunea Generala a Regiei Monopolurilor Statului, Bul. Jg. 3. H. III—IV. p. 24—39. Abb. 7. Bukarest 1915. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundsch. 1916. H. 4. p. 377.)
- Lakon, Georg**, Über einen bemerkenswerten Fall von Beeinflussung der Keimung von Getreide durch Pilzbefall. (Naturwiss. Ztschr. f. Forst- u. Landw. 1916. H. 9. p. 421—430.)
- Long, William H.**, *Stereum subpileatum*, Erreger einer Eichenkernholzfäule in den Vereinigten Staaten von Amerika. (Journal of Agricult. Research. Bd. 5. No. 10. p. 421—428. Taf. XLI. Washington, D. C., 1915. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundsch. 1916. H. 4. p. 376.)
- Mayer, Adolf**, Blattrollkrankheit der Kartoffeln. (Fühlings landw. Ztg. 1916. H. 19/20. p. 474—478.)
- Naidenov, V.**, Die Mumienbildung der jungen Quitten, eine für Bulgarien neue Krankheit. (Zemlediel, Spisanie na Belgarskoto Zemledielsko Druzestvo. Jg. 20. Bd. 7. p. 190—191. Sofia 1915. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundsch. 1916. H. 4. p. 375.)
- Oberstein**, Über Flachseide [*Cuscuta epilinum* Weihe]. (Ill. landw. Ztg. 1916. No. 78. p. 525.)
- Parst**, Die Fichtengespinstblattwespe (*Lyda hypotrophica* Htg.) im Roggenburger Forst. (Ztschr. f. angew. Entomol. 1916. Bd. 3. H. 1. p. 75—96. Mit 4 Textabb. u. 1 graph. Darst.)
- Ritter, Georg**, Zur Dörrfleckenkrankheit des Hafers. (Deutsche landw. Presse. 1916. No. 80. p. 650.)
- Roquet, A. u. Nègre, L.**, Untersuchungen über den Erreger des falschen Hautrotzes [*Lymphangitis saccharomycotica* (epizootica)]. (Bull. de la Soc. de Pathol. Exot. Bd. 7. No. 6. p. 464—466, 1 Abb.; Bd. 8. No. 2. p. 49—52, 1 Abb.; No. 5. p. 248—250. Paris 1914 u. 1915. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundsch. 1916. H. 1. p. 44.)
- Sauer, Franz**, Die Rotfäule. (Forstwiss. Centralbl. Jg. 39. 1917. H. 1. p. 9—26.)
- Saillard, Emilie**, Die Veränderungen in der Zusammensetzung der von *Cercospora beticola* befallenen Zuckerrüben. (Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences. T. 162. No. 1. p. 47—49. Paris, 3. Januar 1916. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundsch. 1916. H. 3. p. 280.)
- Scheidter, Franz**, Beiträge zur Biologie und Anatomie der Fichtengespinstblattwespe *Lyda hypotrophica* Htg. [*Cephaleia abietis* L.] (Ztschr. f. angew. Entomol. 1916. Bd. 3. H. 1. p. 97—116. Mit 4 Textabb.)
- Schrieke, G. G.**, Ziekten en tepsystemen van rubber. (Primrose. Jg. 4. 1916/17. p. 49—52.)
- Smith, Erwin F. and Bryan, M. K.**, *Bacterium lachrymans* n. sp., der Erreger einer Krankheit der Gurkenblätter in Amerika. (Journal of Agricult. Research. Bd. 5. No. 11. p. 465—475. Taf. XLIII—XLIX. Washington, D. C., 1915. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundsch. 1916. H. 4. p. 375.)
- Trägardh, J.**, Schädliche Milben auf mehreren Kulturpflanzen in Schweden. (Meddelande från Centralanstalten för försöksväsendet på Jordbruksområdet, Entomologiska Avdelingen. No. 20. p. 1—50. Abb. 1—20. Stockholm 1915. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundsch. 1916. H. 3. p. 286.)
- Trägardh, Ivar**, Schädliche Insekten auf Kiefern und Tannen in Schweden. (Skogvårds Föreningens Tidskrift. Jg. 13. H. 2. p. 813—874. Abb. 1—49. Stockholm 1915. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundsch. 1916. H. 3. p. 288.)

- Tubert, Elisabeth v.**, Die Weißpunktkrankheit und ihre Erzeuger. (Naturwiss. Ztschr. f. Forst- u. Landw. 1916. H. 9. p. 436—446. Mit 5 Fig.)
- Tullgren, Alb.**, *Phaedon cochleariae* und andere dem Meerettich (*Nasturtium Armoracia* — *Cochlearia Armoracia*) schädliche Insekten in Schweden. (Meddelande No. 113 från Centralanstalten för försöksväsendet på Jordbruksområdet, Entomologiska Avdelningen. No. 22. p. 1—15. Abb. 1—4. Stockholm 1916. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundsch. 1916. H. 3. p. 284.)
- Vallean, W. D.**, Über die Widerstandsfähigkeit der Früchte einiger *Prunus*-Varietäten gegen die Grindfäule des Steinobstes [*Sclerotinia cinerea*]. (Journal of Agricult. Research. Bd. 5. No. 9. p. 365—395. Taf. XXVII—XXIX. Washington, D. C., 1915. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundsch. 1916. H. 3. p. 278—280.)
- Zimmermann, H.**, Eine Wurzelerkrankung des Roggens infolge Frostes. (Ztschr. f. Pflanzenkrankh. 1916. Bd. 26. H. 6/7. p. 321—323. Mit 1 Taf.)

## Entwicklungshemmung und Vernichtung der Bakterien und Parasiten.

### Pflanzenschutz.

- Ahr**, Die Unkrautbekämpfung durch Kainit und Kalkstickstoff auf Ackerland. (Deutsche landw. Presse. 1916. No. 88. p. 709; No. 89. p. 717. Mit Abb.)
- Battail, J.**, Die Wirksamkeit der verschiedenen Arsenpräparate in der Bekämpfung schädlicher Insekten. (Progrès agricole et viticole. Jg. 33. No. 19. p. 448—452. Montpellier, 7. Mai 1910. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundsch. 1916. H. 7. p. 627.)
- Beusel, Fr. W.**, Schädlingsbekämpfung im Gemüsegarten. (Hannoversche Garten- u. Obstbau-Ztg. 1916. No. 12. p. 147—153.)
- Bolle, Joh.**, Der volle Erfolg der biologischen Bekämpfung der Schildlaus des Maulbeerbaumes [*Diaspis Pentagona* T. T.]. (Ztschr. f. angew. Entomol. 1916. Bd. 3. H. 1. p. 124—126.)
- Cockayne, A. H.**, *Puccinia suaveolens* als Mittel zur Bekämpfung von *Cnicus arvensis*, eines Unkrauts auf Neuseeland. (The Journal of Agricult. Bd. 11. No. 4. p. 300—302. Wellington 1915. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundsch. 1916. H. 3. p. 281.)
- Collinge, Walter E.**, Die Spechte in der Bekämpfung der schädlichen Insekten in den Wäldern von Großbritannien und Irland. (The Journal of the Board of Agricult. Bd. 22. No. 8. p. 789—791. London 1915. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundsch. 1916. H. 3. p. 283.)
- Eichhorn, Adolf**, Untersuchungen über die Brandschutzimpfung in den Vereinigten Staaten. (U. S. Departm. of Agricult. Bull. No. 340. 16 p. Washington, 27. Dezember 1915. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundsch. 1916. H. 3. p. 245—247.)
- Eriksson, Jakob**, Über den Ursprung des primären Ausbruches der Krautfäule, *Phytophthora infestans* (Mont) de By. auf dem Kartoffelfelde. (Arkiv för Botanik. 1916. Bd. 14. No. 20. 6 Taf. u. 5 Textfig.) 72 S. 8°.
- Escherich, K.**, Die Maikäferbekämpfung im Bienwald (Rheinpfalz) — ein Musterbeispiel technischer Schädlingsbekämpfung. (Ztschr. f. angew. Entomol. 1916. Bd. 3. H. 1. p. 134—156. Mit 6 Textabb.)
- Gabotto, L.**, *Ascochyta hortorum*, ein neuer Schmarotzer der Artischocken in Italien. (Rivista di Patol. vegetale. Jg. 7. No. 2. p. 45—46. Pavia, März 1916. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundsch. 1916. H. 7. p. 625.)
- Hillmann, P.**, Die Bekämpfung des Unkrautes. (Mitt. d. Deutsch. Landw.-Gesellsch. 1916. No. 49. p. 799—800.)
- Hiltner, L. u. Gentner, G.**, Über die Wirkung der Beizung der Samen von Hanf, Sonnenblumen, Buchweizen, Hirse, Mais und Mohar. (Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. -schutz. 1916. H. 8. p. 85—90. Mit 2 Abb.)
- u. **Korff, G.**, Prüfung verschiedener Beizmittel gegen den Steinbrand des Weizens. (Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. -schutz. 1916. H. 8. p. 90—96; H. 9/10. p. 111—114.)
- , Über zahlreiche Fälle des Totbeizens von Getreidesaatgut durch Formalin. (Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. -schutz. 1916. No. 11. p. 125—128; No. 12. p. 141—144.)
- Über eine neue auffallende Tatsache bezüglich der Gesetzmäßigkeit beim Fortschreiten der Feldmäuseplagen in Deutschland. (Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. -schutz. 1916. No. 12. p. 137—140.)
- Jablonski, M.**, Über Schäden durch Nachtfrost auf Moorkulturen und geeignete Maßnahmen dagegen. (Mitt. d. Ver. z. Förd. d. Moorkultur im Deutschen Reiche. 1917. No. 2. p. 25—30.)
- Kießling, L.**, Über die Streifenkrankheit der Gerste als Sorten- und Linienkrankheit

- und einiges über ihre Bekämpfung. (Fühlings landw. Ztg. 1916. H. 23/24. p. 537—549.)
- Kornauth, K. u. Wöber, A.**, Vergleichende Versuche mit einigen Spritzmitteln gegen die Blattfallkrankheit (*Peronospora viticola* D. By.) des Weinstockes, durchgeführt im Jahre 1915. (Ztschr. f. d. landw. Versuchswes. i. Österreich. 1916. H. 10/12. p. 425—440.)
- Lind, J.**, Die Wirkung der Ausrottung des Sauerdorns (*Berberis vulgaris*) in der Bekämpfung des Getreideschwarzrostes (*Puccinia graminis*) in Dänemark. (Tidskrift for Plan-teavl. Bd. 22. H. 5. p. 729—780. Kopenhagen 1915. Ref. in Intern. agr.-techn. Rundsch. 1916. H. 3. p. 275.)
- Pröscholdt**, Mäusebekämpfung. (Pommernblatt. 1916. No. 42. S. 677; No. 43. p. 693.
- Reitmair, O.**, Der Kampf gegen das Unkraut. (Wiener landw. Ztg. 1916. No. 92. p. 621—622. M. t. 1 Abb.)
- Velu, H. et Bonin, A.**, Essai de destruction du *Schistocerca peregrina* au Maroc par le *Coccobacillus acridiorum* du Dr. Herelle. (Ann. de l'Inst. Pasteur. Année 30. 1916. No. 8. p. 389—421.)
- Weck**, Untersuchungen über *Uspulum* als Beizmittel. (Illustr. landw. Ztg. 1916. No. 82. p. 552.)
- Witte, Herfrid**, Der Kainit als Unkrautbekämpfungsmittel. (Sveriges Utsädeförnings Tidskrift. Jg. 25. H. 4. p. 189—191. Stockholm 1915. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundsch. 1916. H. 3. p. 282.)
- Zacher, Frdr.**, Die Grundlagen der Schädlingsbekämpfung im Gartenbau. (Gartenflora. 1916. H. 17/18. p. 271—277.)

## Inhalt.

## Original-Abhandlungen.

- Blösch, Max**, Beitrag zur Untersuchung über die *Zoogloeae ramigera* (Itzigsohn) auf Grund von Reinkulturen, p. 44.
- Kossowicz, Alexander**, Die Bakterien der Fleischkonserven-Bombage, p. 41.
- Lüdi, Werner**, *Puccinia Petasiti-Pulchellae* nov. spec., p. 76.
- Müller-Thurgau, H., und Osterwalder, A.**,

- Weitere Beiträge zur Kenntnis der Mannitbakterien im Wein, p. 1.
- Trommsdorff, Richard**, Über die Wachstumsbedingungen der Abwasserpilze *Leptomitius* und *Sphaerotilus*, p. 62.
- Will, H.**, Noch einige Mitteilungen über das Vorkommen von lebens- und vermehrungsfähigen Zellen in alten Kulturen von Sproßpilzen, p. 35.

Neue Literatur, p. 89.

Die Herren Mitarbeiter werden höflichst gebeten, bereits fertiggestellte Klischees — falls solche mit den Manuskripten abgeliefert werden — nicht der Redaktion, sondern direkt der Verlagsbuchhandlung **Gustav Fischer** in Jena einzusenden.

Abgeschlossen am 27. September 1917.

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.

## Unterscheidung einiger *Penicillium*-Spezies nach physiologischen Merkmalen.

[Arbeiten aus dem landwirtschaftl. bakteriologischen Institut der Universität Göttingen.]

Von Wilhelm Wöltje.

Mit 5 Figuren im Text.

### Allgemeiner Teil.

In Anbetracht der großen Verbreitung der Schimmelpilze nimmt es nicht wunder, wenn sich die Wissenschaft schon verhältnismäßig früh mit diesen Formen der niederen Organismen beschäftigt hat. Die Umsetzungs- und Zersetzungsprodukte fast aller vegetabilischen Stoffe, soweit sie sauren Charakter haben, ermöglichen die Ansiedlung dieser Organismen; daher sind sie leicht der Beobachtung zugänglich und haben häufig den Forschern als Material vorgelegen.

Bereits im Jahre 1726 ist von Micheli (1)<sup>1)</sup> ein Konidienträger, der dem von *Penicillium* gleicht, unter dem Namen *Aspergillus* abgebildet. Etwa 30 Jahre später wurde von Linné (2) ein Konidienträger als *Mucor* beschrieben und solcher 1801 von Persoon (3) als *Monilia digitata* bezeichnet. Etwa 1809 versuchte nun erstmalig Link (4), eine genauere Untersuchung vorzunehmen, und stellte die beiden Gattungen *Aspergillus* und *Penicillium* nebeneinander auf. In den nächsten Jahrzehnten sind diese beiden Namen häufig geändert, von einigen Forschern wiederum auch beibehalten, so daß die Übersichtlichkeit über die *Penicillium*-forschung verloren ging; das Jahr 1874 brachte sodann durch Brefeld (5) gewissermaßen eine Wiedergeburt der Gattung. Dieser Forscher reihte sie, anknüpfend an eine eingehende Untersuchung Loews (6), durch eine lückenlose entwicklungsgeschichtliche Untersuchung in das Pilzsystem bei den Aspergillaceen ein, und legte durch eine Reihe morphologischer Momente als Unterscheidungsmerkmale den Grundpfeiler für die weitere Aspergillaceenforschung. Brefeld gelang es einwandfrei, von einer Spore ausgehend, den Entwicklungsgang über Keimschlauch, Mycel zum Konidienträger zu verfolgen und andererseits vom befruchteten Ascogon bis zu den Ascusfrüchten zu beobachten.

Leider stellte es sich aber als unmöglich heraus, solch lückenlose Untersuchungen des Entwicklungsganges bei allen Gattungen der Aspergillaceen oder gar Arten von *Penicillium* durchzuführen, und so fielen die Forscher der Versuchung anheim, z. B. einen etwa fehlschlagenden Versuch zur Züchtung von Sklerotien oder Ascis als Grund zur Aufstellung einer neuen Art anzusehen. Dieser Umstand erklärt es, daß verschiedene Autoren stark voneinander abweichende Einteilungen der Familie der Aspergillaceen in einzelne Gattungen vorschlugen und die Übersichten z. B. von Ed. Fischer (7) und von Lindau (8) in diesen Abschnitten sehr voneinander abweichen. Auch die Unterscheidung der einzelnen Arten innerhalb der Gattungen wurde lediglich nach morphologischen Gesichtspunkten durchgeführt, aber man stieß hier auf noch größere Schwierigkeiten als bei der Trennung der Gattungen, da die Zahl der Spezies zusehends wuchs. Saccardo (9) konnte bereits etwa 50 Arten der Gattung *Penicillium* zählen, und Wehmer (10) fügte diesen schon wenige Jahre später neue hinzu. Als bald überzeugte man sich, daß bei der geringen morphologischen Abweichung der einzelnen Arten die Beschreibungen zu ungenau waren und die Physiologie zur Unterscheidung mit herangezogen werden mußte.

<sup>1)</sup> S. Literaturverzeichnis auf S. 128.

In der Bakteriologie ist diese Notwendigkeit, physiologische Merkmale zu benutzen, bereits von R o b. K o o h und anderen Bakteriologen erkannt, und durch diese sind Gelatineverflüssigung, Säureproduktion und andere kulturelle Merkmale in der Bakteriologie heute allgemein übliche physiologische Bestimmungsmerkmale geworden. So weist O r l a - J e n s e n (11) darauf hin, daß die systematische Einteilung der niederen Organismen von jeher einer der Hauptdiskussionspunkte in der Bakteriologie gewesen ist und noch bis auf den heutigen Tag die Ansichten weit auseinandergehen darüber, ob die Morphologie oder die Physiologie der ausschlaggebende Faktor bei der Unterscheidung sein soll, oder ob man beide Prinzipien vereinigen kann. Nach den Erfahrungen bei den höheren Organismen schien es notwendig, die Einteilung auch der niederen Organismen nach rein morphologischen Gesichtspunkten vorzunehmen, es zeigte sich aber, daß die zu untersuchenden Arten morphologisch zu wenig voneinander abwichen, und deshalb physiologische Merkmale zur Unterscheidung mit herangezogen werden mußten. Je weiter die Forschung in die Lebensvorgänge der niederen Organismen eindrang, um so mehr wurde sie auch mit den physiologischen Vorgängen bekannt und konnte bei auftretenden Widersprüchen oder Schwierigkeiten in der Morphologie mit Erfolg jene Kenntnisse verwerten. Die Physiologie ist denn auch überall dort z. B. herangezogen und wird es auch heute noch, wo trotz der großen Fortschritte der technischen Hilfsmittel Formen vorhanden sind, die für den Beobachter an der Grenze der Sichtbarkeit und vielleicht darüber hinaus liegen. Die Physiologie ist daher in demselben Maße wie sich die Kenntnis von biologischen Prozessen erweiterte, von der Wissenschaft zur Unterscheidung der Arten herangezogen worden, und O r l a - J e n s e n stellt, diesem Prinzip weitgehend folgend, neue Hauptlinien eines Bakteriensystems auf. Sich stützend auf die Tatsache, daß z. B. auch die Mineralogie ihre Klassifikation neben der Kristallisation nach chemischen Gesichtspunkten vornimmt, teilt genannter Forscher die Bakterien nach physiologischen Gesichtspunkten ein, indem er mehr Gewicht auf die inneren Eigenschaften als auf die äußere Form legt, und gibt so dem System einen natürlichen Charakter. Verfasser zieht aus der chemischen Zusammensetzung der Bakterien den naheliegenden Rückschluß auf ihre Nährstoffbedürfnisse und, indem er zugleich die kulturellen Vorgänge berücksichtigt, gewinnt er ein klares Bild über die einzelnen physiologisch-chemischen Vorgänge bei der Entwicklung; so kommt er zu den drei Hauptgruppen seines natürlichen Bakteriensystems:

1. den autotrophen für C und N,
2. den fakultativ autotrophen für C, und
3. den heterotrophen Bakterien.

Unter Berücksichtigung der phylogenetischen Zusammenhänge begründet O r l a - J e n s e n diese Einteilung der Bakterien entwicklungshistorisch; es müssen beispielsweise mit geringen Ausnahmen, die Kohlehydratvergärer älteren Ursprungs sein als die typischen Fäulnisbakterien, die Milchzucker vergärenden Arten jüngerer Datums als viele verwandte Arten, da die dieses Substrat erzeugenden Säugetiere erst spät in Erscheinung getreten sind. Weiterhin weist Verf. an der Hand der energiespendenden Prozesse, der echten und unechten Gärungen, die Fähigkeit des Abbaues von spezifischen Nährstoffen organischer oder anorganischer Natur nach. Ferner zieht er aus dem typischen Verhalten gegenüber verschiedenen Konzentrationen der Substrate Rückschlüsse auf die Ansprüche der verschiedenen Entwicklungsstadien; so waren Colibakterien zu Zeiten Wasserbakterien, da noch heute einige auf fast reinem Wasser gedeihen.

Auch ein anderer Forscher, R a h n (12), gibt neuerdings dieser Bedeutung der Physiologie bei der Unterscheidung der niederen Organismen Ausdruck gelegentlich einer kritischen Besprechung der systematischen Einteilungen der Bakterien von M i g u l a und L e h m a n n - N e u m a n n. Er zeigt, daß zwar für die zunächst größeren Umrisse, wie der Familien, morphologische Merkmale in erster Linie zu berücksichtigen sind, daß aber andererseits bei der Unterscheidung der Spezies die physiologischen Erscheinungen nicht übersehen werden dürfen. Selbstverständlich ist es nicht möglich, morphologische und physiologische Prinzipien in demselben System nebeneinander durchzuführen; sie können nur einander untergeordnet herangezogen werden, da anderenfalls sich die einzelnen Kreise des Systems schneiden würden. R a h n weist daher durch prozentische Berechnungen an dem von M i g u l a aufgestellten Bakteriensystem nach, daß physiologische Eigenschaften, wie Farbstoffbildung, Aërobiose und Gelatineverflüssigung, die Haupttrennungslinien, die durch die Morphologie im System festgelegt sind, durchkreuzen; „nur die reine Milchsäuregärung beschränkt sich wohl ausschließlich auf die Streptokokken und die Gruppe der langen Milchsäurebakterien. Die Essiggärung wird nur durch eine scharf begrenzte Gruppe verursacht, die Buttersäuregärung ist nur bei einer Gruppe zu finden, andere Gärungen sind nicht typisch“. „Es gibt

eben unter den Eigenschaften der Bakterien solche, die zur Gattungs- und Artbestimmung wesentlich sind, und solche, die keinen diagnostischen Wert haben. Der diagnostische Wert einer Eigenschaft hängt nicht ab von ihrer Bedeutung für die Existenz der Art; er kann nicht vorausgesagt, sondern nur ausprobiert werden. Die Form der Bakterien, eine nach menschlichem Ermessen recht unwichtige Eigenschaft, ist für die Einteilung von größtem Wert.“

Die genannten Arbeiten bezogen sich auf die Unzulänglichkeit der Morphologie als Unterscheidungsmerkmal für Gattungen; für die Trennung der einzelnen Arten reicht diese Methode erst recht nicht aus; hierfür müssen physiologische Merkmale in erhöhtem Maße herangezogen werden. So ist diese Methode vorgeschlagen worden zur Lösung des anfangs erwähnten Problems, die verschiedenen Spezies von *Penicillium* einwandfrei zu unterscheiden, und Wehmer (13) gab daher gelegentlich einer Untersuchung der Schimmeldecken faulender Südfrüchte eine genauere Beschreibung der physiologischen Erscheinungen von *Pen. italicum* und *olivaceum* und stellte deren Verhalten gegenüber einheimischem Obst in bezug auf dessen Epidermis und Fruchtsaft und der Benzoesäure und ihren Derivaten fest. Weiterhin verfolgte Stoll (14) die Entwicklung von 7 teils bekannten *Penicillium* spezies und zog dabei die physiologischen Erscheinungen, z. B. auf Zuckeragar, Kartoffeln und die Einflüsse der Temperatur in den Kreis seiner Betrachtung. Weidemann (15) beschreibt dann sehr ausführlich 7 *Penicillium* spezies unter Hervorhebung der morphologischen und physiologischen Eigenschaften. Wie auch Stoll, geht er zunächst auf die Morphologie ein, beobachtet die einzelnen Entwicklungsabschnitte und stellt die Maße der Organteile fest. Doch genügt dieses nicht zur Identifizierung, er untersuchte deshalb eingehend die physiologischen Unterschiede der einzelnen Spezies wie Konidienentwicklung und Pigmentbildung in ihrer Abhängigkeit von verschiedenen Substraten und Gelatineverflüssigung. Als Nährmedien benutzte er Kartoffel- und Reissubstrate und Milch, ferner Rohrzuckerlösungen unter Zusatz von verschiedenen anorganischen Salzen, Tannin und Zitronensäure in wechselnden Konzentrationen. In Form eines Schlüssels zur Unterscheidung der bearbeiteten Spezies faßt er die Resultate zusammen und bestätigt im allgemeinen darin die Resultate über *Pen. italicum* und *olivaceum* von Wehmer und Stoll und über *Pen. camemberti* und *roqueforti* von Thom (16), die dieser als charakteristische Käseerfer identifiziert hat. Thom fand, daß nicht etwa, wie bisher infolge der großen äußerlichen Ähnlichkeit der Form angenommen worden war, *Pen. glaucum* an der Käseerfung beteiligt war, sondern daß *Pen. roqueforti* und *camemberti* zwei besondere Spezies waren, die die Käseerfung bewirken. In Fortsetzung dieser ersten Arbeit veröffentlichte Thom eine zweite (17) über eine größere Anzahl Spezies, in der er u. a. 13 neue Arten beschreibt und als Leitsatz für die Unterscheidung fordert, daß die Zusammensetzung des gebrauchten Substrates und die näheren Bedingungen wie Temperatur und Aufbewahrungsort anzugeben sind, da bei verschiedenen Kulturbedingungen die Physiologie der Spezies schwankt, bei denselben Bedingungen die morphologischen und physiologischen Unterschiede der einzelnen Spezies aber immer konstant sind. Gleichzeitig veröffentlichte Ohlsen (18) die Resultate einer Arbeit, die sich über fast ein Jahrzehnt erstreckte, und in der er nach demselben Prinzip eine große Reihe norwegischer Spezies von *Penicillium* beschrieben hat. Neben der eingehenden entwicklungshistorischen Untersuchung über Systematik der *Penicillium* gruppe legt auch er das Hauptgewicht bei der Unterscheidung der einzelnen Spezies auf die Entwicklung der Pilzdecke und die Farbstoffbildung auf Kartoffeln, Agar-Agar und Milch, die ihm besonders geeignet erscheint. Neben diesen mehr makroskopischen Entwicklungserscheinungen zieht Verf. aber auch bestimmte physiologisch-chemische Funktionen zur Speziesunterscheidung heran, wie die Katalasenzahl und den von dem betreffenden Pilz in Milch und Würze erzeugten Säuregrad. Im Jahre 1911 erschien dann als bisher letzte umfassende Arbeit die von Westling (19) über etwa 60 Spezies von *Penicillium*, der zwar das spezifische Verhalten auf Würze, Brot, Kartoffeln, Zitronensäure und Milch berücksichtigt, jedoch mehr die morphologische Seite hervorhebt. Verf. gibt fast ausschließlich die Resultate mikroskopischer Beobachtungen der Spezies wieder, die auf einem Pflaumenkockt als Nährboden gewonnen sind. Von der Länge und Breite der Hyphen, Sterigmen, Konidien, der Septierung des Mycel und schließlich der Farbe der Konidiendecken macht er die Unterscheidung der Spezies im wesentlichen abhängig.

Die bisherigen Arbeiten auf diesem Gebiete haben ergeben, daß es eine Reihe Spezies von *Penicillium* gibt, die durch vererbte Eigenschaften sich wesentlich voneinander unterscheiden. Andererseits mag darauf hingewiesen sein, daß unter dem Einfluß physiologischer Momente sicherlich häufig genug nur Modifikationen oder Mutationen

einzelner Spezies zustande kamen und der Forschung als Material vorgelegen haben, zumal die Wissenschaft noch keine Handhabe besitzt, ohne weiteres endgültig zu entscheiden, ob eine Spezies mit vererbbarer Eigenschaft oder eine durch Variation entstandene Rasse im Einzelfalle vorliegt, und daß immer mit der Möglichkeit zu rechnen ist, eine morphologisch und physiologisch noch so genau untersuchte Art, die unter unbekannten Einflüssen neue Eigenschaften erhalten hat, vor sich zu haben. Bei den Untersuchungen zwecks Feststellung der Unterscheidungsmerkmale einzelner Spezies wird der Forscher daher mit besonderer Vorsicht vorgehen müssen, um nicht Gefahr zu laufen, solche vorübergehenden Variationerscheinungen als charakteristisch festzulegen; mit welchen einfachen Mitteln es nämlich möglich ist, Eigenschaften auch den Penicillien zu verleihen und auf eine oder mehrere Generationen zu vererben, geht zur Genüge aus der jüngst erschienenen Arbeit von H a e n i c k e (20) hervor, in der die Verf., z. B. durch Giftkonzentrationen, die Konidiendeckenfarben verändert und diese Eigenschaft in mehreren folgenden Generationen nachweisen kann.

Ausführliches Material über diese Frage bringt Pringsheim (21) in seinem Buch „Die Variabilität der niederen Organismen“, aus dem nur folgendes hier angeführt sein mag:

Der Weg über die Chromosomenanlage bleibt bei der Erklärung der Variabilität der niederen Organismen wegen ihrer ungeschlechtlichen Fortpflanzung verschlossen, und es hat sich die Ansicht verbreitet, daß die Abweichung vom ursprünglichen normalen Typ der Mutterzelle hervorgerufen wird durch gewisse äußere Einflüsse, die zu morphologischen und physiologischen Veränderungen führen, und die sich der Tochterzelle um so leichter mitteilen, als diese ein Teil der ersteren ist und erst durch Abspaltung, Sprossung usw. allmählich in das Stadium der Selbständigkeit einrückt. Wie bei den höheren Formen des Tier- und Pflanzenreiches, so bedingt auch bei den niederen Organismen zum weitaus größten Teil der Daseinskampf die Einflüsse. Während bei ersteren solche unter den verschiedensten Bedingungen bekannt sind, ist das Studium bei diesen noch wenig über die Einflüsse, die morphologische Veränderungen hervorrufen, zu solchen, die physiologische Änderungen bedingen, vorgedrungen. Als erschwerender Umstand kommt hinzu, daß die Kenntnis von der Evolution der niederen Organismen durch paläontologisches Material nicht zu erweitern und daher deren Studium wohl in erster Linie ihrer schweren Zugänglichkeit wegen noch recht jung ist und sich nur auf geringes geschichtliches Forschungsmaterial stützen kann. Unter Berücksichtigung der Kenntnis und der Erfahrungen aus dem Studium der höheren Organismen hat man die dortigen Beobachtungen auch hier zugrunde gelegt, entsprechende Kulturmethoden angewendet und dabei festgestellt, daß gewisse Anlagen zur Anpassungsfähigkeit an die gegebenen Lebensbedingungen und zur Bildung von Schutzmitteln gegen schädliche Einflüsse vorhanden sind. Je einfacher ein Organismus zusammengesetzt und um so geringer seine individuelle Ausdehnung ist, desto eher besteht für ihn die Möglichkeit, sich zu vermehren, und so ist es leicht erklärlich, daß die Verbreitung der niederen Organismen eine fast unbeschränkte ist. Wenn dennoch gewisse Einschränkungen in Bezug auf die Lebensbedingungen bestehen, so sind sie fast ausschließlich auf die physiologischen Entwicklungsansprüche zurückzuführen, es ist in erster Linie die Physiologie, die den niederen Organismen die Eigenart der Varietät verleiht. Weiterhin ist für die Lebensbedingungen von Bedeutung, daß der bei den höheren Organismen durch Isolation mehr oder weniger bedingte Evolutionsfaktor fortfällt, es ist stets Massenentwicklung und -vermehrung zu beobachten. Aufs engste hängt damit aber der Antagonismus zusammen, denn es ist leicht verständlich, daß derartige Erscheinungen, von einzelnen Individuen ausgehend, wirkungslos sein würden, vor allem aber der Beobachtung unzugänglich bleiben müßten. Daß den niederen Organismen ferner eine sehr schnelle und große Vermehrung eigen ist, macht diese Eigenschaften um so hervorstechender. Wie nun einerseits den niederen Organismen gewisse Einschränkungen gemacht sind, so ist ihnen auf der anderen Seite auch eine Variationsbreite eigen, die sich kennzeichnet in dem Maximum, Minimum und Optimum der Entwicklung, und wenn schon für die Individuen diese Variationsbreite vorhanden ist, so tritt sie um so mehr in die Erscheinung bei den Gattungen, Spezies usw., in erster Linie ist aber dieser omnivore Charakter in physiologischer Hinsicht zu beobachten. Diese angeführten Daten aus der Arbeit von Pringsheim weisen deutlich auf die große Variabilität der niederen Organismen hin und lassen deren weitgehendste Berücksichtigung berechtigt erscheinen.

Neben den oben erwähnten zusammenfassenden Arbeiten wurde die Penicilliumliteratur in den letzten Jahren noch durch eine Reihe Beschreibungen einzelner Spezies bereichert, wie durch Arbeiten aus dem bakteriologischen Laboratorium der Technischen Hochschule Hannover. Z. B. stellt Wehmer (22) die Wachstumshemmungen



und deren Nebenerscheinungen einer Spezies als Folge des Freiwerdens des Anions aus Ammonsulfat und anderen Stickstoffquellen fest. Meyer (23) verfolgte dort die Farbstoffbildung bei *Pen. variabile* Wehm. auf flüssigen Substraten, wie sie schon bei oben angeführten Arbeiten wiederholt erwähnt sind.

Vorliegende Arbeit<sup>1)</sup> nun behandelt das Thema „Unterscheidung einiger *Penicillium* spezies nach physiologischen Merkmalen“. Ich untersuchte darin 18 *Penicillium* spezies, und zwar zunächst ihre Morphologie, ferner aber hauptsächlich ihre Physiologie und zwar einerseits die allgemeine Abhängigkeit der Spezies von verschiedenen Stickstoffquellen, andererseits unter teilweiser Heranziehung quantitativer Analysen die Resistenz gegen Kochsalz und verschiedene organische Säuren und das Verhalten auf Milch, um dadurch Unterscheidungsmerkmale zu gewinnen.

Es ist eine allgemeine Beobachtung in der Entwicklungslehre, daß der Ernährungsfaktor weitaus der ausschlaggebendste für die morphologische und physiologische Entwicklung des Individuums ist; je günstiger das Verhältnis der einzelnen Teilfaktoren sich verhält, um so leichter und intensiver werden die individuellen Eigenschaften hervortreten. Die Innehaltung des Gesetzes vom Minimum ist ebenso nötig, wie das Überschreiten des Maximums von Nachteil sein kann. In den früheren Arbeiten ist nun meistens so verfahren, daß einzelne Spezies in Reinkulturen auf den verschiedensten Substraten gezüchtet wurden; leider sind diese Arbeiten aber nicht einheitlich durchgeführt, denn es wurden teils Nährböden benutzt, deren genaue Zusammensetzung sich nicht in jedem Einzelfall wiederholen ließ, so daß einwandfreie Vergleiche nach dieser Richtung hin nicht angestellt werden konnten. So benutzte, wie schon erwähnt, Westling (19) als Nährboden für seine Meßobjekte ein Pflaumendekokt, dessen Zusammensetzung nicht ohne weiteres wiederherzustellen ist, die Ergebnisse der Arbeit also mehr zu theoretischem als systematischem praktischem Vergleich herangezogen werden können. Erst die umfangreiche Arbeit Ohlsons (18) hat dieses erwünschte Prinzip in ausgiebigem Maße für eine große Zahl von Spezies, die in Norwegen und Schweden auftreten, zugrunde gelegt. Ebenso bin ich in meiner Arbeit von dem Grundgedanken ausgegangen, lediglich Substrate von genau bekannter Quantität und Qualität zu benutzen, sowohl zu solchen Kulturen, denen die Präparate für die mikroskopischen Messungen entnommen wurden, als auch zu den übrigen, von denen die Resultate für die physiologischen Unterscheidungsmerkmale gewonnen wurden.

*Penicillium* ist nur nach seinen morphologischen Eigenschaften in dem System der niederen Organismen als Gattung eingereiht. Sicherlich ist diese Art der Einteilung die einfachste und bis zu einem gewissen Grade auch möglich, will man aber nur die morphologischen Eigenschaften auch bei der Einteilung der einzelnen Arten innerhalb der Gattungen heranziehen, so ist man bald gezwungen, zu Hilfsmitteln zu greifen, die nicht mehr den Anspruch auf unbedingte Genauigkeit erheben können. Sobald der Wissenschaft die geeigneten optischen Instrumente zur Verfügung standen, begann sie nämlich als Unterscheidungsmerkmale der einzelnen Arten von *Penicillium* mikroskopische Maße heranzuziehen. Die einzelnen Organe des

<sup>1)</sup> Die Anregung zu dieser Arbeit wurde mir von Herrn Prof. Dr. Wehmer, Hannover, gegeben, der mir auch die einzelnen Spezies gütigst überlassen hat. In Hannover untersuchte ich die Morphologie der Spezies und ihre Abhängigkeit von verschiedenen Stickstoffquellen. Zwecks Promotion siedelte ich nach Göttingen über und erweiterte hier auf Anregung von Herrn Prof. Dr. Koch und unter seiner gütigen Leitung die Fragestellung meiner Arbeit nach der physiologischen Seite hin.

Individuums sind diesen Messungen unterzogen worden, und als besonders kennzeichnend gelten die Größenverhältnisse der Konidien und Sterigmen. Bekanntlich bildet sich die Konidie auf flaschenförmigen Trägern, die man früher Basidie nannte und deren Hals als Sterigma bezeichnet wurde. Wenn auch heute noch keineswegs die Ansichten einheitlich sind, so neigt doch wohl der größte Teil der Forscher der Auffassung zu, nicht zwischen Basidie und Sterigma zu unterscheiden, sondern den ganzen flaschenförmigen Sporenträger als Sterigma zu bezeichnen. In meinen Ausführungen schließe ich mich dieser letzten Auffassung an, die sich auf entwicklungsgeschichtliche Forschung der Konidienbildung stützt, denn schon B r e f e l d (5) und vor ihm L o e w (6) untersuchten eingehend die Konidienbildung, und jener wies das Vorhandensein einer besonderen Membran, die von der eigentlichen Sporenmembran umschlossen werden sollte, zurück. Die Brücke zwischen den einzelnen Konidien ist nach ihm ein Teil des Sterigmas, das bei Zerfall der Konidienkette sich verliert. Mangels guter Optik entging ihm die Teilungswand, die die Abtrennung der Konidie einleitet. Dagegen stellte T h o m (16) fest, daß in dem Sterigma zunächst eine Teilung des Zellkerns vor sich geht, der eine Tochterkern an das obere Ende des Sterigmas wandert und dort eine Anschwellung hervorruft. Alsdann schließt sich an die Intine eine Querwand an, die neue Zelle dehnt sich, rundet sich gegen die anliegende ab und nimmt die charakteristische Konidienform an.

#### Spezieller Teil.

Als Material für meine Arbeit lagen mir 18 Spezies von *Penicillium* vor, die mir sämtlich in Reinkulturen von Herrn Prof. Dr. W e h m e r aus seiner reichhaltigen Sammlung zur Verfügung gestellt wurden. Von diesen waren 8 bereits in der Literatur beschrieben und mit folgenden Namen benannt: *Pen. glaucum*, *corymbiferum*, *viridicatum*, *roqueforti*, *italicum*, *olivaceum*, *purpurogenum* und *luteum*. Die übrigen 10 Spezies bezeichnete ich mit *Pen. II*, *IV*, *VII*, *VIII*, *IX*, *X*, *XI*, *XII*, *XIII* und *V*.

Die Präparate für die mikroskopischen Messungen entstammen einem Nährboden, der sich im Verlauf der Arbeit als besonders günstig für die Entwicklung sämtlicher Spezies herausgestellt hatte. In 100 ccm Aq. dest. wurden 1 g Asparagin, 0,5 g  $K_2HPO_4$ , 0,25 g  $MgSO_4$  und  $7\frac{1}{2}$  g Rohrzucker gelöst. Vom Substrat wurden in 100 ccm E r l m. Kölbchen je 30 ccm gefüllt, dreimal je 20 Min. bei  $100^\circ C$  sterilisiert und in sterilem Raum beimpft. Das so für die morphologischen Daten gewonnene Kulturmaterial wurde auf dem Objektträger präpariert und den Messungen unterworfen. Was die Zahlen in der das Resultat zusammenfassenden Tabelle Nr. 12 angeht, so sei noch folgendes hinzugefügt: Jede Zahl ist das arithmetische Mittel aus Messungen von mindestens 3 Präparaten, und unter der zweiten Messung ist eine Wiederholung mit der gleichen Anzahl Präparate von einer zweiten Kultur zu verstehen, von den in der Literatur bereits beschriebenen Spezies wurde diese Wiederholung hingegen nicht vorgenommen. Die Messungen wurden ausgeführt, sobald der Pilz einigermaßen das Substrat bedeckt hatte, und wurden dann die Präparate einmal dem ersten Auskeimungspunkte und andererseits dem jüngsten äußeren Rande der Kolonie entnommen, so erhielt ich Träger mit einiger Wahrscheinlichkeit, die den verschiedensten Entwicklungsstadien entstammten. Die beigelegte schematische Darstellung eines Konidien-

trägers (S. 117, Fig. 4) gibt an, was unter den einzelnen Bezeichnungen verstanden ist.

Das in der Tabelle 12 vorliegende Zahlenmaterial wird genügen, um wiederum zu zeigen, welchen Schwankungen die Resultate der rein morphologischen Untersuchungen von *Penicillium* unterworfen sind, welche verhältnismäßig geringen Abweichungen die einzelnen Spezies voneinander aufweisen, und wie empfehlenswert es ist, in erhöhtem Maße physiologische Unterscheidungsmerkmale heranzuziehen, um eine einigermaßen sichere Speziestrennung vornehmen zu können. Es ist von Haenicke (20) versucht worden, die typischen Farben der Konidienrasen zu diesem Zwecke zu verwerten, die Farbenunterschiede sind jedoch mit vereinzelt Ausnahmen zu gering und dennoch Schwankungen unterworfen, so daß dieses Hilfsmittel nur für ein besonders geübtes Auge in Frage kommt, allgemein, aber nicht mit Sicherheit angewendet werden kann. Alle diese Schwierigkeiten lassen eben die Forderung berechtigt erscheinen, daß nicht einzelne hervortretende Merkmale zur Unterscheidung einer größeren Anzahl Spezies genügen, sondern mehrere für die einzelnen Spezies typische Eigenschaften in möglichst großem Umfange unbedingt zur Unterscheidung erforderlich sind. Da die Erreichung dieses Zieles aber natürlich großen Schwierigkeiten begegnet, so erhebt vorliegende Arbeit nicht den Anspruch auf ein abgeschlossenes Ganzes, vielmehr lassen sich die folgenden Versuche in vieler Hinsicht erweitern, vielleicht auch korrigieren, und sie sollen daher nur ein Hilfsmittel sein, auf vorgeschlagenem Wege weiterzuarbeiten. Immerhin gestatten die vorliegenden Resultate, die in die Untersuchung einbezogenen Formen nach physiologischen Merkmalen zu unterscheiden und wiederzuerkennen.

### Physiologische Versuchsreihen.

Die Reihe der physiologischen Versuche gründet sich auf die Eigenschaften, die die einzelnen Spezies durch Kultivierung auf den verschiedensten Substraten entwickelten. Diese Substrate waren teils künstlich zusammengesetzt, teils von natürlicher Beschaffenheit, und zwar Kulturen:

- I. Mit festen Substraten:
  1. Würze mit Agar-Agar,
  2. Würze mit Gelatine zur Bestimmung des Verflüssigungsvermögens der einzelnen Spezies.
- II. Auf flüssigen Substraten mit verschiedenen Stickstoffquellen:
  1. Kaliumnitrat,
  2. Ammoniumnitrat,
  3. Ammoniumsulfat,
  4. Asparagin,

um die Alkalität oder Azidität der Kulturen festzustellen, die durch die Spaltung dieser Salze infolge des Angriffsvermögens der verschiedenen Spezies hervorgerufen wurde.
- III. Auf flüssigen Substraten mit Giftzusätzen:
  1. Kochsalz,
  2. Essigsäure,
  3. Milchsäure,

zwecks Feststellung der Resistenz der Spezies bei verschiedener Konzentration.
- IV. Mit Milch, um die Fähigkeit der einzelnen Spezies zur Peptonisierung des Caseins und zur Säurebildung festzustellen.
- V. Die Resistenz einzelner Spezies gegen verschiedene Temperatur wurde untersucht.
- VI. Die Fähigkeit, reine Zellulose zu zersetzen, wurde geprüft.

# VII. Das Angriffsvermögen der einzelnen Spezies gegenüber

1. Äpfeln,
2. Birnen,
3. Apfelsinen,
4. Zwiebeln

und eventuelle Erzeugung der Fäulnis dieser Früchte wurde festgestellt.

Bevor ich in die Erörterung der einzelnen physiologischen Versuchsreihen, die zur Erreichung des angedeuteten Zieles angestellt wurden, eintrete, seien hier einige Bemerkungen rein technischer Natur vorausgeschickt. Sämtliche Versuche wurden stets an allen 18 *Penicillium* spezies in doppelter Form ausgeführt und wiederholt, sobald die Parallelversuche voneinander abwichen, was nur in vereinzelten Fällen nötig war. Die Nährböden wurden in 100 ccm *Erlmeyer*-Kölbchen, die mit 25 oder 30 ccm Substrat gefüllt waren, dreimal je 20 Min. bei 100° C sterilisiert, in einem Raum, der mindestens 48 Std. Formaldehyddämpfen ausgesetzt war, durch sterilen Platindraht mit möglichst wenigen Konidien beimpft und alsdann bei einer durchschnittlichen Zimmertemperatur von 15° C unter Watteverschluß verwahrt. Um dem eventuellen Anpassungsvermögen der einzelnen Spezies oder weiteren Mutationen zu begegnen, wurde das Impfmateriel Reinkulturen entnommen, die stets Würzeagar als Substrat hatten. Diese wurden von Zeit zu Zeit erneuert, um die Gefahr der Infizierung durch das mehrfache Abimpfen zu unterdrücken, und jede solche Reinkultur wurde erst dann zur Abimpfung verwendet, wenn sich die neue Reinkultur als makroskopisch rein erwiesen hatte.

## I. Verhalten der Spezies auf festen Substraten.

Als erstes festes Substrat diente Agar-Agar lediglich aus rein praktischen Gründen als Nährboden der Reinkulturen infolge seiner Fähigkeit und Beständigkeit, schräg zu erstarren, und der dadurch gegebenen Möglichkeit zu leichter Abimpfung. Die Zusammensetzung war folgende: in 70 ccm Aq. dest. mit 30 ccm Bierwürze wurden 3 g Agar-Agar gelöst. Nirgends schärfer als hier kommt zum Ausdruck, daß die grüne Farbe der Konidienrasen als brauchbares Unterscheidungsmaterial nicht zu verwenden ist. Mit wenigen Ausnahmen habe ich in meiner Kulturreihe mehr oder weniger dasselbe Grün bei den verschiedenen Spezies angetroffen, das noch abhängig war vom Alter der Kultur, da die Farbe sich durchschnittlich später verdunkelte. Bei den meisten Spezies war eine gleichmäßige Entwicklung des Mycel zu bemerken ohne irgendwelche besondere Auffälligkeiten, was Wachstums- hemmungen oder Farbstoffbildungen angeht. Nur *Pen. purpurogenum* zeigte rosagelbes Mycel, das ebenso wie das Substrat, schließlich tief purpur gefärbt wurde, ähnlich verhielt sich *Pen. lutum*, und *Pen. IX* entwickelte ein hübsches Farbungemisch im Mycel von rosa, gelb, violett. Eine besonders üppige Mycel- und Konidienbildung trat nirgends hervor, vielmehr waren alle Decken ziemlich kurz, und es verlohnt sich daher nicht, eine tabellarische Übersicht über das Ergebnis dieser Versuchsreihe zusammenzustellen.

Den Agar-Agarkulturen, die in erster Linie der Erzeugung von Material dienten, wurden die Gelatinekulturen angeschlossen, um deren Verflüssigung und Farbstoffbildung vergleichend bei den verschiedenen Spezies zu untersuchen. Der Nährboden enthielt statt des Agar-Agar 10% Gelatine und wurde

ebenfalls in Reagenzröhrchen schräg erstarrt. Innerhalb von 4—5 Tagen waren nicht nur weiße bzw. farbige Myceldecken gebildet, sondern die meisten Spezies hatten auch bereits Konidienrasen angesetzt, ferner zeigte *Pen. X* sofort zitronengelbes Mycel, ebenso *Pen. XI*, und *Pen. IX* das typische Farbgemisch gelb, weiß, rosa, rot. Im Verlauf einer weiteren Woche begann dann die Verflüssigung des Substrates einzusetzen, und bei Abbruch des Versuches nach etwa  $2\frac{1}{2}$  Monaten ergab sich das Resultat, das in der Tabelle Nr. 3 zusammengefaßt ist. In einem späteren Versuch wurde diese Kulturreihe durch einige Spezies ergänzt, von denen nach einer Woche bereits *Pen. olivaceum*, *italicum*, *glaucum*, *roqueforti* und *V. Konidiendecken*, *Pen. purpurogenum* und *luteum* sterile Myceldecken gebildet hatten, und die Verflüssigung begann schon bei *Pen. italicum*, *glaucum* und *roqueforti*. Nach Verlauf einer weiteren Woche hatten auch die beiden restierenden Spezies eine starke Konidiendecke gebildet und die Substratverflüssigung begonnen, *Pen. luteum* hatte zugleich eine orange Verfärbung an der Unterseite des Mycels und *Pen. purpurogenum* ein gelbrotes Mycel. Als diese Reihe auch nach etwa derselben Zeit abgebrochen wurde, hatten *Pen. luteum*, *V. italicum* und *olivaceum* nur wenig, die übrigen dagegen das ganze Substrat verflüssigt.

#### Verhalten der Spezies auf flüssigen Substraten.

Die Reihe der flüssigen Substrate unterschied sich im wesentlichen durch die verschiedenen Stickstoffquellen. Das eigentliche Substrat hatte folgende Zusammensetzung: In 100 ccm Aq. dest. wurden gelöst 0,5 g  $K_2HPO_4$ , 0,25 g  $MgSO_4$  und  $7\frac{1}{2}$  g Rohrzucker. Durch eine Reihe von Versuchen hatte sich herausgestellt, daß dieses Verhältnis dem Durchschnitt der Spezies am besten zusagte, vor allem betreffs der Mengen Zucker, mit dem beispielsweise von 5 g bis 12 g pro 100 ccm Lösung gewechselt worden ist. Diesem Grundsubstrat wurden dann die jeweiligen Stickstoffquellen zugesetzt und zwar: 1. Kaliumnitrat, 2. Ammoniumnitrat, 3. Ammoniumsulfat und 4. Asparagin. Dieses letzte Substrat stellte sich als ganz besonders geeignet heraus und wurde weiterhin als Ausgangsmaterial für eine Reihe anderer Versuche verwendet, die darin bestanden, daß 1. Kochsalz, 2. Essigsäure und 3. Milchsäure in verschiedenen Konzentrationen zugesetzt wurden, um die Grenzen der Widerstandsfähigkeit der verschiedenen Spezies gegen diese Gifte festzustellen.

#### II. Verhalten der Spezies auf Substraten mit verschiedenen Stickstoffquellen.

Für die Entwicklung der höheren Pflanzen ist nicht nur die Quantität, sondern auch besonders die Qualität der Stickstoffdüngemittel von Bedeutung in bezug auf die basischen oder sauren Eigenschaften, die sie dem Boden verleihen. Basisch wird der Boden, wenn das gebotene Düngesalz den Stickstoff als Anion enthält, z. B.  $NaNO_3$ , dann wird nur die Salpetersäure von der Pflanze assimiliert, der Rest  $NaOH$  verbleibt im Boden und erteilt ihm alkalische Reaktion. Wird dagegen ein Salz geboten, das den Stickstoff im Kation enthält, wie z. B.  $(NH_4)_2SO_4$ , so bleibt nach der Stickstoffassimilation freie  $H_2SO_4$  zurück und diese übt einen schädigenden Einfluß auf die Pflanze

aus. Analoge Verhältnisse liegen auch bei den niederen Pilzen, speziell *Penicillium* vor. So fand Wehmer (22), daß die als Stickstoffquelle gebotenen Salze auf die Entwicklung von *Penicillium* verschieden einwirkten, daß z. B., wurde Ammoniumnitrat geboten, keine Schädigung auftrat, denn die nach  $\text{NH}_4$ -Assimilation entstehende freie  $\text{HNO}_3$  wird als Stickstoffquelle sofort weiter zersetzt. Bei Verwendung von  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  aber bildet sich  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , die schädigend auf den Pilz einwirkt. Diese Wirkungen der sich bildenden freien Säuren aus den oben erwähnten verschiedenen Stickstoffsalzen auf die einzelnen Spezies wurden eingehender von mir untersucht.

### 1. Kaliumnitrat.

Die Entwicklung der Mycel- und Konidiendecke war mit Ausnahme einiger Spezies eine gleichmäßige. Nach ca. 4—5 Tagen hatte sich die Myceldecke und nach Verlauf einer Woche die Konidiendecke gebildet. *Pen. XI* und *viridicatum* brauchten die doppelte und *Pen. corymbiferum* sogar die dreifache Zeit, dagegen kamen *Pen. IX* und *X* über einen schwachen Ansatz von Myceldecken nicht hinaus. Die Verfärbungen des Mycels waren mannigfach, unterhalb gelb war das Mycel von *Pen. luteum* und *viridicatum*, dunkelrot von *Pen. purpureogenum* und orange bei *Pen. XI*. Das Mycel von *Pen. IX* wies das übliche Farbgemisch von gelb, rot, violett auf, *Pen. X* ein zitronengelb und *Pen. corymbiferum* Ansätze von rosa Verfärbungen. In die Substrate von *Pen. purpureogenum* und *IX* war der rote Farbstoff diffundiert, die übrigen Nährmedien dagegen hatten keine besonders hervortretenden Verfärbungen aufzuweisen. Über die Wirkung des Pilzes auf das Kaliumnitrat gab ein Versuch mit *Pen. roqueforti* auf 500 ccm Substrat insofern Aufschluß, als eine während der Entwicklungsperiode von Zeit zu Zeit vorgenommene Prüfung auf Nitrit und Ammoniak negativ verlief. Ebenso konnte bei Abbruch des Versuches nach etwa 6 Wochen kein Nitrit und durch Destillation von 50 ccm Substrat in vorgelegte Schwefelsäure kein Ammoniak nachgewiesen werden. Dagegen stellte sich heraus durch eine Nitratbestimmung, die durch Reduktion in alkalischer Lösung mit Zink und Eisen und Destillation in vorgelegte Schwefelsäure durchgeführt wurde, daß von dem ursprünglich zugesetzten 0,6812% Nitrat, 0,2869% verschwunden waren. Dieses Resultat läßt darauf schließen, daß *Penicillium* das ihm zu seinem Aufbau dargebotene Nitrat direkt assimiliert, ohne es vorher zu Nitrit oder weiterhin zu Ammoniak zu reduzieren oder daß das gebildete Ammoniak sofort assimiliert wird (siehe Tabelle Nr. 5, Seite 125).

### 2. Ammoniumnitrat.

Teilweise zeigten die Pilzkulturen normale Entwicklungsstadien mit Konidienbildung, zum Teil aber nur weiße bzw. farbige sterile Myceldecken, oder auch nur recht kümmerliche Vegetation, die auf der Wirkung gebildeter freier Säure beruht. Mit ziemlicher Regelmäßigkeit vollzog sich anfangs die Entwicklung; innerhalb 2—3 Tagen waren die Substratoberflächen ganz oder teilweise mit sterilem Mycel überzogen, das aber schon insofern Unterschiede zeigte, als es bei *Pen. IX* und *XI* nicht, wie üblich, weiß, sondern gelb gefärbt war, und bei *Pen. IX* außerdem das typische Rot an der Unterseite aufwies. Im Verlauf der nächsten 5 Tage traten weitere Unterschiede

hervor, neben der Gelbfärbung des Substrates bei *Pen.* IV, XIII, XII, XI und II begannen die Konidien sich zu bilden bei *Pen.* X, VII, XI, XII, VIII, IX, II, XIII und *corymbiferum*. Alsdann trat Schrumpfung der Decken und vegetativer Stillstand ein, so daß nach Verlauf von etwa 2—3 Wochen sich die Verhältnisse folgendermaßen gestaltet hatten: *Pen.* IV zeigte kaum Konidienbildung und Verfärbung, *Pen.* VII färbte sein Mycel teilweise gelb, *Pen.* II und VIII das Substrat ziemlich dunkel, *Pen.* XIII hatte teilweise orange und *Pen. viridicatum* unterhalb gelb gefärbtes Mycel. Bis auf wenige Kulturen ist bei Abbruch des Versuches nach 8 Wochen die Pilzdecke auf den Boden des Kolbens gesunken, nur *Pen. corymbiferum*, *viridicatum*, XII, II, VIII und IX haben sich an der Oberfläche gehalten, zeigen aber nur kümmerliche Vegetation. Zur Vervollständigung wurde später noch von folgenden Spezies eine Kulturreihe mit demselben Substrat unter gleichen Bedingungen angesetzt und zwar für *Pen. roqueforti*, *luteum*, *italicum*, V, *purpureogenum*, *olivaceum* und *glaucum*. Nach 4 Tagen hatten *Pen.* V, *olivaceum*, *italicum* eine schwache weiße, sterile Decke, *Pen. glaucum* und *roqueforti* kleine Inseln sterilen Mycels gebildet, und *Pen. purpureogenum* und *luteum* waren noch nicht gekeimt. Nach weiteren 5 Tagen hatten *Pen. olivaceum*, *italicum*, V, *glaucum* und *roqueforti* bereits Konidiendecken gebildet, die Unterseite des Mycels und das Substrat von *Pen. glaucum* und *roqueforti* waren gelb; die drei ersteren hatten keine Verfärbungen, und *Pen. purpureogenum* und *luteum* hatten Ansätze von sterilem Mycel. Von den beiden letzten hatte nach weiteren 4 Tagen *Pen. luteum* volle sterile Decke gebildet und *Pen. purpureogenum* eine normale Konidiendecke. Am Schluß des Versuches nach etwa 3 Wochen hatten *Pen. roqueforti*, *italicum*, V, *olivaceum* und *glaucum* starke Konidiendecken, die aber, mit Ausnahme von *Pen.* V und *italicum*, stark gekrümmt waren, *Pen. luteum* zeigte dieselbe Erscheinung bei steriler Decke. Das Substrat war bei *Pen. glaucum*, V, *italicum* und *roqueforti* gelb gefärbt. Das Mycel war unterhalb gelb bei *Pen. roqueforti*, rosa bei *Pen. purpureogenum*, rotgelb beiderseitig bei *Pen. luteum* und bei allen übrigen Spezies weiß. Die erwähnten Schrumpfungsercheinungen der Myceldecken und Stillstände in der Vegetation dürften wohl auf gebildete Säuren zurückzuführen sein, zumal bei Abschluß des Versuches in solchen Kulturen eine wesentliche Zunahme des Säuregrades festgestellt werden konnte. Während nämlich 10 ccm des sterilen Nährbodens zur Neutralisation der Säure nur 1,5 ccm Baryumhydroxyd, von dem 26,3 ccm zur Neutralisation von 10 ccm n/10 Schwefelsäure erforderlich waren, verbrauchten, war bei den betreffenden Kulturen, wie aus der Tabelle Nr. 4, S. 124 hervorgeht, wesentlich mehr Baryt erforderlich zur Neutralisation, die durch Tüpfelprobe auf Kongopapier festgestellt wurde. Dieser Indikator wurde schon von Wehmer (22) angewendet, weil neben der freien Säure auch saure Salze im Substrat vorhanden sind, auf diese aber Lakmuspapier und andere Indikatoren reagieren, während Kongopapier lediglich freie Säure anzeigt. Da nun nach Wehmers Angabe die durch die Ammoniakassimilation freigewordene Salpetersäure sofort zersetzt wird, so ist die Zunahme des Säuregrades auf die Bildung organischer Säuren zurückzuführen, eine Erscheinung, die auch Wehmer gelegentlich seiner Untersuchungen über die Wirkung von Ammoniaknitrat als Stickstoff-

quelle feststellte. Der Versuch ergibt, daß Ammonnitrat als Stickstoffquelle für die verschiedenen *Penicillium* spezie s insofern sich als physiologisches Unterscheidungsmerkmal eignet, als die Kulturen der verschiedenen Arten einen charakteristischen Säuregrad ergeben.

### 3. Ammonsulfat.

Von diesem Salz wurden drei Kulturreihen mit verschiedenen Prozentgehalten angesetzt, und es zeigten sich recht mannigfache physiologische Erscheinungen auch insofern, als die verschiedenen Spezie s nicht nur auf demselben Substrat voneinander abwichen, sondern auch die gleiche Spezie s auf den Nährböden mit verschiedenem Prozentgehalt an Ammonsulfat unerwartete Abweichungen aufwiesen. Des näheren wurde solches bei Kulturen mit 1% und 5%, nicht bei 0,5%, da hier die Unterschiede nicht so groß waren, daß sie für das Resultat wichtige Daten lieferten.

Die Kultur mit 0,5 g Ammonsulfat auf 100 ccm Lösung schien im allgemeinen unter dem Einfluß des Stickstoffmangels zu stehen, während diejenigen mit 1 g und 5 g pro 100 ccm Lösung zu sehr unter der freigewordenen Säure litten. Größere oder geringere Wachstumschädigungen waren auf jeder Kultur zu beobachten, und die physiologischen Erscheinungen der einzelnen Spezie s waren sehr verschieden und wichen von den bisherigen Kulturreihen erheblich ab.

Bei der Kultur mit 5% Ammonsulfat waren die Substratverfärbungen am intensivsten, Farbstoffbildungen der Pilzdecken selbst bei solchen Spezie s vorhanden, die in anderen Lösungen nicht Spuren davon aufwiesen. Die Mycel- und Konidienentwicklung schwankte derartig, daß volle Decken keine Konidien, spärlich zusammengeschrumpftes Mycel, dagegen verhältnismäßig reichliche Konidien trugen. Offenbar sind dieses abnorme Entwicklungen, die aber immerhin die verschiedenen physiologischen Eigenschaften der Spezie s deutlich erkennen lassen und dadurch gute Unterscheidungsmerkmale bilden. Eine makroskopische Photographie (S. 116, Fig. 1) von verschiedenen Spezie s aus dieser Reihe mit 5% Ammonsulfat läßt solches erkennen. Schon die Keimstadien bei dieser Konzentration weichen erheblich voneinander ab, durchschnittlich waren nach 4 Tagen Spuren von Mycel vorhanden, die bei *Pen. luteum* gelb und *Pen. purpurogenum* sofort rot gefärbt waren; in derselben Zeit hatten andererseits schon *Pen. XIII*, *V*, *XI* und *II* die ganze Oberfläche mit Mycel überzogen und Spuren von Konidien angesetzt, wiederum brauchte *Pen. IX* die doppelte Zeit, um nur Ansätze von gelbem Mycel zu bilden, das sofort unterhalb rot gefärbt war. 8—10 Tage nach der Aussaat begann die Arbeit des Pilzes sich auch dadurch bemerkbar zu machen, daß das vor dem Sterilisieren der Kultur zugefügte Kongopapier durch die freiwerdende Säure blau gefärbt wurde und die Verfärbung des Substrates eintrat, ausgenommen davon waren *Pen. X*, *luteum*, *purpurogenum* und *IX*. Freie Säure und keine Substratverfärbung bildeten *Pen. olivaceum*, *italicum*, *roqueforti*, *XII* und *IV*, bei *Pen. glaucum* dagegen zeigte sich Substratverfärbung und keine freie Säure. Nach etwa 14—16 Tagen war die Säurewirkung noch intensiver, es trat Stillstand in der Entwicklung und Schrumpfung der Decke ein, mit Ausnahme von *Pen. italicum*, *purpurogenum*, *roqueforti*, *IX* und *luteum*. Die Pigmentbildung war, wie schon erwähnt,



recht intensiv, gelb bis braune Mycelverfärbungen hatten *Pen. viridicatum*, X, XIII, *italicum*, *glaucum*, V und XI; *Pen. IX* zitronengelbes Mycel, das unterhalb rotorange gefärbt war, *Pen. luteum* war ähnlich und *Pen. purpogenum* hatte ein Gemisch von gelbem und rosa Mycel, unterhalb stark dunkelrot, besonders aber fiel *Pen. II* durch sein blaßviolett gefärbtes Mycel auf.

Da alle diese Erscheinungen sich in der Kulturreihe mit 1 g Ammonsulfat zwar nicht so stark ausgeprägt wiederholten, so erübrigt es sich, auf die Einzelheiten dieser Kultur näher einzugehen. Der Tabelle 1 S. 122, die die Resultate von dem Substrat mit 5% Ammonsulfat zusammenfaßt, ist ebenfalls eine Rubrik angefügt, aus der die durch die verschiedenen Spezies bewirkten Unterschiede an Säuregehalt der einzelnen Kulturen hervorgehen. Die Zahlen geben die Anzahl ccm wieder, die an n/10 Natronlauge zur Neutralisation von 10 ccm Substrat verbraucht wurden, und auch hier mußte auf Kongopapier getüpfelt werden aus dem oben erwähnten Grunde und da die Verfärbungen der Substrate den Umschlag mit Hilfe eines zugesetzten Indikators nicht deutlich erkennen ließen. Da nun festgestellt wurde, daß bei allen Spezies eine Zunahme der Azidität stattfand, so geht daraus hervor, daß der Pilz wiederum durch Abspaltung des Sulfatrestes indirekt freie Säure produziert. Da aber durch die Assimilation des Ammoniaks notgedrungen eine Anhäufung von Schwefelsäure eintreten muß, so sind die auf diesem Substrat besonders stark auftretenden Wachstumsschädigungen in erster Linie auf diese angehäuften Säure zurückzuführen. Dabei darf nicht unberücksichtigt gelassen werden, daß zugleich auch eine Erhöhung der Azidität wiederum durch Bildung organischer Säuren nicht ausgeschlossen erscheint, und dieses Resultat würde die Beobachtungen Wehmers (22) weitgehend bestätigen.

#### 4. Asparagin (Tabelle 6, S. 125).

Im Vergleich zu allen übrigen Substraten in der von mir gebrauchten Zusammensetzung erwies sich dasjenige mit 1% Asparagin als Stickstoffquelle, wie schon erwähnt, bei weitem für die morphologische und physiologische Entwicklung am geeignetsten. Ausnahmslos zeigten alle Spezies eine schnelle normale Entwicklung des Mycels und der Konidienträger, nach 4—6 Tagen waren, mit Ausnahme von *Pen. luteum*, alle Substrate mit gleichmäßigem Mycel bedeckt, und dieses nach weiteren 6—8 Tagen mit Konidien. Im Verlauf des Versuches bildeten sich recht stattliche Pilzdecken heran, und damit schritt auch wiederum die Farbstoffbildung voran. *Pen. IX* und *purpogenum* wiesen das Farbgemisch von rosa, gelb, violett auf, *Pen. XIII* hatte orange, *Pen. X* und *viridicatum* gelbes und *Pen. luteum* rotes Mycel. Unterhalb war das Mycel von *Pen. olivaceum* grün, von *Pen. roqueforti*, *glaucum* und *italicum* gelb, von *Pen. V* braunrot und *Pen. purpogenum* und *IX* dunkelrot, Farbstoffe, die auch in das Substrat der beiden letzten Spezies diffundierten. Eine schon bei den Agarkulturen beobachtete Erscheinung trat hier besonders hervor, nämlich die Wasserabscheidung oberhalb der Konidiendecken. Die Annahme, daß sich vielleicht aus dem Amid in meßbaren Mengen Ammoniak abspaltete und solches vielleicht zur Unterscheidung dienen könnte, bestätigte sich nicht. Es wurde der Versuch bei verschiedenen Spezies gemacht, je 100 ccm Substrat mit 10 g Kochsalz und unter tropfen-

weisem Zusatz von Alkohol zur Niederschlagung der Eiweißstoffe im Vakuum etwa 5 Std. in Schwefelsäure überzudestillieren, meßbare Mengen Ammonsulfat hatten sich aber nicht gebildet, vielmehr konnte nur mit Lakmuspapier eine schwache Alkalität des Destillates festgestellt werden. Aus diesem Resultat läßt sich schließen, daß wesentliche Mengen freien Ammoniaks nicht vorhanden waren, ein Umstand, der mit Rücksicht auf die Resultate der Nitratversuche, in denen ebenfalls kein Ammoniak gebildet war, nicht überraschen kann. Der Pilz wird also die beiden Amidogruppen des Asparagins, die ihm als einzige Stickstoffquelle zur Verfügung standen, zum Aufbau direkt verbraucht haben, oder nur so viel Ammoniak abgespalten haben, als er selber eben als Stickstoffquelle benötigte, und dadurch das gespaltene Asparaginmolekül in andere Aminoverbindungen oder Eiweiß übergeführt haben. Zusammenfassend läßt sich über die Versuche mit verschiedenen Stickstoffquellen sagen, daß zwar Asparagin der beste Stickstoffnährstoff für *Penicillium* ist, daß aber zur physiologischen Unterscheidung der einzelnen Spezies Ammoniumsulfat sich als geeigneter erweist.

### III. Widerstandsfähigkeit einzelner Spezies gegen giftige Substanzen.

Als weiteres physiologisches Unterscheidungsmerkmal wurde herangezogen die Resistenz der einzelnen Arten gegen giftige Substanzen in verschiedenen Konzentrationen und zwar gegen Kochsalz, Milchsäure und Essigsäure.

#### 1. Kochsalz.

Begonnen wurde diese Serie der Giftversuche mit einer Reihe, die als Kulturflüssigkeiten das als so günstig erkannte Asparaginsubstrat mit Zusatz von Kochsalz enthielt. Diese Kulturreihe zeigte in ihren einzelnen Stadien makroskopisch keine nennenswerten physiologischen Erscheinungen, es mag nur erwähnt sein, daß eine sich steigernde Schrumpfung der Myceldecken bemerkbar wurde, sobald die Konzentration sich derjenigen näherte, bei der eine Konidienbildung nicht mehr, wohl aber Mycelwachstum eintrat. Die Versuche erstreckten sich über eine längere Zeit, da fast jede Spezies mit wenigen Unterbrechungen auf allen Konzentrationen kultiviert wurde, die zwischen 1 g Kochsalz pro 100 ccm Lösung und der Grenze für die Auskeimung der Konidien lagen, und die stets um 1 g pro 100 ccm gesteigert wurden; jeder Kultur stand eine Entwicklungszeit von 5—6 Wochen zur Verfügung. Die Zahlen der Resultate, wie sie aus Tabelle Nr. 8, S. 126 hervorgehen, erstrecken sich auf die Grenzen der Konidienbildung und Mycelentwicklung und ergeben wesentliche Unterschiede in der Resistenz den verschiedenen Konzentrationen gegenüber, also läßt sich auch der Einfluß von Kochsalz als gutes Unterscheidungsmerkmal der einzelnen Spezies heranziehen.

#### 2. Essigsäure.

Der Zweck dieser Kulturreihe war derselbe wie der derjenigen mit Kochsalz, es stellte sich aber heraus, daß die Empfindlichkeit der Pilze gegen diese Säure bedeutend größer war, und es wurde daher auch in Abstufungen von nur 0,1% kultiviert. Eingebender verfolgt wurde in dieser Kulturreihe, in welcher Weise der Pilz das Säurehindernis überwand. Es hatte sich nämlich

bei Titration mit Baryt herausgestellt, daß das Verhalten der einzelnen Spezies recht verschieden war, da die Kulturen teils alkalisch, teils verschieden sauer reagierten. So wurden denn 5 Spezies, die besonders gute Pilzdecken gebildet hatten und deren Substrat am Schluß noch sauer war, nochmals in Kulturen mit 100 ccm Substrat von 0,1% Säuregehalt angesetzt, und nach etwa 20 Tagen ergaben sich dann die Resultate der Tabelle Nr. 10, S. 127. Um auf etwaige aus Essigsäure entstandene flüchtige Säuren zu prüfen, wurden je 50 ccm Substrat mit einigen Tropfen Schwefelsäure angesäuert und im Dampfstrom überdestilliert, nachdem zuvor die Gewichtsabnahme der Kulturen, die wohl auf Wasserverdunstung beruhte, durch Zusatz von Wasser ausgeglichen war. Da diese Mengen Substrat aber nicht genügten, um zugleich auch Anhaltspunkte über die Art der bei Abbruch der Kulturen vorhandenen Säuren zu geben, so wurden 1000 ccm desselben Substrates mit *Pen. roqueforti* geimpft und von dieser Kultur 500 ccm abermals der Destillation unterworfen. Eine Prüfung des Destillates auf flüchtige Säuren ergab nur Buttersäure, da die Reaktionen sowohl auf Ameisensäure (Bildung des Silberspiegels) als auch auf Essigsäure mit Eisenchlorid negativ verliefen, dagegen beim Ansäuern des Destillates mit Schwefelsäure der charakteristische Geruch von Buttersäure auftrat.

Die Buttersäure wurde fernerhin noch durch die Darstellung des Bariumsalzes charakterisiert, indem das Destillat mit  $\text{Ba(OH)}_2$  neutralisiert, der Niederschlag gegläht und gewogen wurde. Das hierbei entstehende  $\text{BaO}$  betrug 40,34% des Gewichtes des Bariumsalzes; diese Zahl kommt am nächsten dem  $\text{BaO}$ -Gehalt von Ba-Butyrat (46,5%). Ba-acetat ergeben 60%  $\text{BaO}$  und Ba-formiat 67,4%  $\text{BaO}$ . Wie weiterhin aus der Tabelle Nr. 10, S. 127 hervorgeht, hat sich die Vermutung, daß durch die Sterilisation die Essigsäure sich wenigstens zum Teil verflüchtigen würde, nicht bestätigt, es ist daher wohl zu schließen, daß durch die Tätigkeit des Pilzes die Essigsäure fast ausschließlich in Buttersäure umgewandelt wird. Daß bei *Penicillium* eine so weitgehende Zersetzung der Essigsäure möglich ist, geht auch aus den Versuchen von Pfeffer (24) hervor, der schon nach 9 Tagen nur noch 37,4% der zugesetzten Menge Säure nachweisen konnte. Auch die Heranziehung von Essigsäure erweist sich als ein geeignetes Kriterium für die Unterscheidung der einzelnen *Penicillium* arten, und die Tabelle Nr. 8, S. 126 gibt solches deutlich wieder.

### 3. Milchsäure.

Auch auf diesem Substrate zeigten sich entsprechende Entwicklungserscheinungen, zwar sind die Unterschiede der Milchsäure gegen Essigsäure erhebliche, da bedeutend höhere Konzentrationen vertragen wurden, denn beispielsweise verhinderten 1,1% der Essigsäure schon überall Konidienbildung, während von jener dazu 8,5% erforderlich waren. Daß andererseits die Milchsäure solch tiefgreifende Einflüsse auch bei *Penicillium* bewirkt, kann nicht sehr überraschen, da solches auch bei anderen Mikroorganismen, z. B. Hefen, eine bekannte Erscheinung ist. Die Abstufungen der festgesetzten Grenzen sind daher auch weiter gefaßt und differieren in dieser Kultur jeweilig um 0,5%. Um einen schnelleren Überblick zu gewinnen und, da zugleich die Nichtflüchtigkeit der Säure das Verfahren gestattete, wurden zunächst Gelatinekulturen mit 12 g Gelatine pro 100 ccm Substrat in Strichkulturen angesetzt, die schon nach etwa 8 Tagen Resultate gaben

und die Wachstumsgrenzen bei Zusatz von Milchsäure für die einzelnen Spezies festlegten. Die Endresultate, wie sie die Tabelle Nr. 8, S. 126 wiedergibt, wurden dann durch die Versuche auf flüssigen Substraten erhärtet. Aus denselben Erwägungen wie bei der Essigsäure wurden auch hier Kulturen mit 100 ccm von 5 verschiedenen Spezies angesetzt, deren Substrat hinterher zur Rückgewinnung der eventuell noch vorhandenen Milchsäure mit Äther ausgeschüttelt wurde, dieser abdestilliert und der Rückstand mit Baryt titriert. Diese Resultate, die in Tabelle Nr. 9, S. 127 zusammengefaßt werden, zeigen, daß einige Pilze sich nicht genügend entwickelt hatten. Ferner wurde auch mit diesem Substrat ein Versuch mit 1000 ccm gemacht, um Aufschluß über die gebildeten Säuren zu bekommen; die Analyse des Destillates, das nach der bei der Essigsäure erwähnten Methode gewonnen wurde, ergab wiederum als einzige flüchtige Säure Buttersäure, und die Analyse des in Äther löslichen Rückstandes stellte noch Milchsäure fest, die durch mikroskopische Untersuchungen des kristallisierten Zinksalzes identifiziert wurde (25). Dieses Resultat würde sich insofern mit den Untersuchungen von Pfeffer (24) wiederum decken, als dieser fand, daß Milchsäure nicht so weitgehend zersetzt wurde als Essigsäure, da nach ihm unter ähnlichen Bedingungen in diesem Falle noch über 90% übrigblieben. Diese Kulturversuche mit Milchsäure beweisen sowohl die Wirkung der Säure als Gift auf die verschiedenen Spezies, wie aus der Tabelle Nr. 8, S. 126 hervorgeht, andererseits aber auch die Fähigkeit einzelner Spezies von *Penicillium*, dieses Gift mehr oder weniger zu zersetzen oder durch  $\text{NH}_3$  zu neutralisieren.

Diese Reihe der Kulturen mit verschiedenen Giften steigend bis zu tödlich wirkenden Konzentrationen zeigt erhebliche Unterschiede der einzelnen Spezies; einige Spezies erwiesen sich sehr empfindlich einem Gifte gegenüber, das andere Spezies noch in verhältnismäßig hohen Konzentrationen gut vertrugen. Andererseits mag aber auch auf die spezifische Wirkung der verschiedenen Gifte hingewiesen sein insofern, als z. B. die Empfindlichkeit gegen Essigsäure nicht etwa ein gleiches Verhalten gegen Milchsäure bei ein und derselben Spezies bedingte, vielmehr hohe Konzentrationen des einen Giftes und geringe des anderen bei derselben Spezies entsprechend wirkten.

#### IV. Milch.

Diesen Untersuchungen über die Wirkungen verschiedener Gifte schlossen sich solche an, die Milch als Substrat hatten. Gestützt auf die Beobachtungen Ohlsens (18) und die Tatsache, daß *Penicillium* nicht selten auch auf Milch und ihren Produkten sich in üppiger Vegetation befindet, in einigen Fällen sogar der Käsefabrikation als Käsereifer und Geschmackbildner dient, habe ich versucht, auch die Entwicklungserscheinungen auf diesem Nährmedium als unterscheidendes Merkmal heranzuziehen. Doppelkulturen von je 30 ccm Vollmilch pro Spezies wurden wie die übrigen Substrate behandelt und verwahrt, und das Resultat war bei Abbruch des Versuches etwa folgendes: die Kulturen zeigten recht verschiedene Entwicklungsstadien, der erste und letzte Pilz der Reihe keimten in einem Abstände von etwa 1 Woche, mit der Zeit der Keimung lief parallel die der Mycelentwicklung und Konidienbildung, und damit in gleichem Verhältnis stand auch die Farbstoffbildung, die zwar nur gering ausgeprägt war, und die Zersetzung des Nährmediums. Letztere bestand in der Peptonisierung des Caseins und der Säurebildung, so daß teils eine gelbgrüne, klare Flüssigkeit entstand. Die vorhandenen

Mengen der einzelnen Kulturen waren jedoch zu geringe, um sie zu analytischen Untersuchungen verwerten zu können. So wurde denn eine Kulturreihe mit 250 ccm pro Spezies in 1 l Erlenmeyer-Kolben angesetzt und zwar mit Magermilch<sup>1)</sup>. Vom Ausgangsmaterial wurde vor und nach der Sterilisation der Säuregrad nach der Methode von Fleischmann (26) und das Bruttogewicht der eventuellen Verdunstung halber festgestellt, merkliche Unterschiede waren aber nicht vorhanden. Alsdann wurden die Kolben geimpft, das Gewicht wiederum festgestellt und bei 20° ungefähr 2 Wochen verwahrt. Die Entwicklungserscheinungen waren denen der kleinen Kulturen entsprechend, es stellte sich aber heraus, daß die ungeimpfte Kultur sowohl wie die mit *Pen. V*, *XIII*, *IX*, *VII* und *purpurenum* trotz dreimaliger Sterilisation nicht steril geworden waren, vielmehr waren sie mit Stäbchen und Spirillen infiziert, so daß die Kulturen teils sogar mehrere Male neu angesetzt werden mußten. Nach Abbruch des Versuches wurde wiederum die Gewichts Differenz der Kulturen durch Zusatz von Wasser ausgeglichen, das Gewicht der bei etwa 50° getrockneten Pilzdecken und der Stickstoffgehalt in 100 ccm Substrat bestimmt. Das Ausgangsmaterial hatte den Säuregrad 6 und 540,91 mg Stickstoff in 100 ccm, was nach Ritthausen (27) einem Eiweißgehalt von 3,445 g entspricht, eine Zahl, die also mit der von Fleischmann (26) angegebenen Zahl für Magermilch gut übereinstimmt. Die verschiedenen Resultate der mit den einzelnen Spezies geimpften Kulturen sind in der Tabelle Nr. 2 beigelegt, und sie zeigen, daß der Säuregrad sich ganz verschieden ändert. Einige Spezies erhöhen den Säuregrad der Milch, andere verringern ihn, in drei Kulturen fand sogar ein Umschlag der Reaktion statt, indem das Substrat alkalisch wurde. Ferner ist hervorzuheben, daß unter dem Einfluß der verschiedenen Spezies die Menge des im Substrat übriggebliebenen Stickstoffs variiert. Um einen Anhaltspunkt für die Fehlergrenzen dieser Zahlen zu haben, wurden Bestimmungen von 5 Parallelkulturen mit *Pen. roqueforti* und zugleich mit einer sterilen Kontrollkultur gemacht, deren Zahlen in Tabelle Nr. 2, S. 123 zusammengestellt sind. Von den 5 Kulturen mit *Pen. roqueforti* wurden neben den Stickstoffbestimmungen der Flüssigkeiten auch solche von den Pilzdecken gemacht, die Summe der Stickstoffzahlen aus Decke und Flüssigkeit ergab einen Verlust an Stickstoff gegenüber der sterilen Kultur. Da nun diese Kulturen alle alkalisch waren, so dürfte in diesem Fall der Verlust an Stickstoff auf die Bildung flüchtigen Ammoniaks zurückzuführen sein, zumal diese Annahme der Ammoniakbildung auch gerechtfertigt wird durch die früheren Untersuchungen Weigmanns (28), der auch die Bildung von Ammoniak festgestellt hat.

#### V. Die Resistenz einzelner Spezies gegen erhöhte Temperatur.

Das Verhalten der niederen Organismen gegen Temperatureinflüsse ist ebenso wie bei den höheren Organismen äußerst verschieden, und so ist diese Eigenschaft nicht nur praktisch verwertet worden bei der Sterilisation, sondern auch häufiger zur Unterscheidung verwandter Spezies herangezogen worden, z. B. untersuchte Thiele (37) das verschiedene Verhalten von *Penicillium*spezies bei wechselnder Temperatur auf verschiedenen

<sup>1)</sup> Um den störenden Fettgehalt der Vollmilch zu umgehen.

Substraten, ebenso Munk (29). Schneider-Orelli (31) weist auf die Temperatureinflüsse gelegentlich seiner Obstfäulnisversuche hin. So wurden auch von mir weiterhin Versuche zur Beobachtung der Resistenz der einzelnen Spezies gegen erhöhte Temperatur angestellt. Leider sind dieselben aber nicht für alle Spezies durchgeführt und auch nur in beschränktem Maße, da ich diese Versuche schon in Hannover unternahm und mir dort nur mangelhafte Apparate zur Verfügung standen. Im wesentlichen beschränkte ich mich darauf, festzustellen, welches die Minimaltemperaturen für die Konidienkeimung waren, erhärtet wurden diese Resultate dadurch, daß sie bei drei Versuchsreihen dieselben blieben bei einer Differenz von etwa 2—3 Tagen. Die Zahlen der Tabelle Nr. 11, S. 127, geben den Durchschnitt wieder, und die Pfeile zeigen an, bis zu welcher Temperatur die einzelnen Spezies die verschiedenen Wärmegrade überstanden haben, ohne abgetötet zu sein. Der Gang des Versuches war etwa folgender: die Kulturen wurden bei einer Temperatur zwischen 36° und 40° C gehalten, und innerhalb 30 Tagen hatte nur *Pen. IX* gekeimt. Da dieser Pilz sich nicht weiter entwickelte und auch die übrigen Spezies nicht zur Keimung kamen, so wurden die Kulturen in eine Zimmertemperatur von 17° C gebracht. Innerhalb 3 Tagen hatte nun *Pen. IX* Ansätze von Konidien und *Pen. XI* und *viridicatum* Spuren von sterilem Mycel, während die übrigen keine Entwicklung aufwiesen. Da offenbar wiederum ein Stillstand eintrat, so wurden die Kulturen weiterhin 7 Tage bei 20° C im Brutschrank gehalten, und in dieser Zeit bildete *Pen. corymbiferum* eine sterile Myceldecke, *Pen. II* und *X* setzten Konidien an, die übrigen zeigten dagegen weder in dieser Temperatur noch später wiederum in Zimmertemperatur im Verlauf eines Monats irgendwelche Spuren der Keimung. Kulturen von *Pen. IX*, die dagegen bei 36—40° gekeimt hatten, kamen nachher bei Zimmertemperatur zur vollen Entwicklung, indem sie dieselben Verfärbungen und ähnliches wie auf der vorhergehenden Asparaginkultur aufwiesen. Eine regelrechte Abtötung fand demnach statt bei *Pen. IV*, *VII*, *XII*, *XIII* und *XVIII*; die übrigen Spezies wurden nur mehr oder weniger in ihrer normalen Entwicklung zeitweise gehemmt.

#### VI. Zellulosezersehung.

Erwähnt mag noch werden, daß Kulturen zur Prüfung des Zersetzungsvermögens von Zellulose angesetzt wurden, diese aber negativ verliefen. Zellulose in Form von Filtrierpapierstreifen wurde mit Asparaginsubstrat getränkt und in Reagenzröhrchen sterilisiert, alsdann beimpft und bei Zimmertemperatur verwahrt. Nach drei Monaten war die Zellulose von keiner Spezies angegriffen oder gar zersetzt, alle Aussaaten hatten gekeimt, Mycel- und Konidiendecken in der üblichen Zeit zum Teil sogar Verfärbungen gebildet. Es würde dieses die seinerzeit von Behrens (30) angestellten Versuche bestätigen, der mit *Pen. glaucum* und *luteum* zu demselben Ergebnis bei seinen Obstfäulnisversuchen gelangte.

#### VII. Untersuchungen über das Angriffsvermögen auf gesunde Früchte.

Als letzter der von mir angestellten Versuche zur Unterscheidung der einzelnen Spezies ist noch derjenige mit Früchten zu besprechen. Nach den Beobachtungen Schneider-Orellis (31) ist es außerordentlich

schwierig, eine wirklich sterile Frucht zu erhalten, ohne eine wesentliche Zerstörung derselben hervorzurufen; er führt zahlreiche Beispiele dafür an, wie sehr die Früchte der Infektion von Fäulnisserregern ausgesetzt sind. Da zu diesen in erster Linie *Penicillium* zu rechnen ist und dieser Pilz fast ausschließlich auf solchen Früchten in Vegetation gefunden wird, die bereits durch längeres Lagern das sogenannte Reifestadium erlangt haben, oder aber in Fäulnis übergegangen sind, — eine Tatsache, die sich teilweise dadurch erklärt, daß *Penicillium* sich überall dort mit Vorliebe ansiedelt, wo organische Substanz in Zersetzungsstadium eingetreten ist — so wurden Früchte auch von mir als Nährsubstrat verwendet.

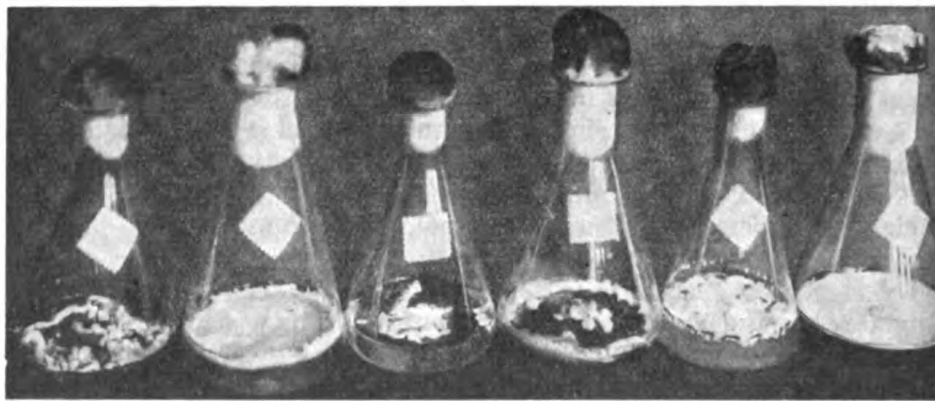
Während der Wintermonate wurde eine Anzahl Versuche zwecks Feststellung der Pathogenität gegen gesunde, reife Früchte gemacht und zwar auf Apfel, Birnen und Apfelsinen. Die Versuche haben im allgemeinen die von Zschokke (33) und Nordhausen (34) mitgeteilten Beobachtungen betreffs der Prädisposition der Früchte und Abhängigkeit der Wachstumsenergie des Pilzes von der Eigenart der Frucht bestätigt. Bevor ich auf die Einzelheiten der Kulturen eingehe, seien einige rein technische Fragen mitgeteilt, die vielleicht hier nicht ganz belanglos sind. Um zunächst einigermaßen sicher vor einer Fremdinfection zu sein, wurden sämtliche Früchte mechanisch gereinigt unter möglichster Vermeidung der Verletzung der Schale, dann in 1<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Sublimatlösung und sterilem Wasser gespült und zum Schluß in sterilem Fließpapier getrocknet. Alsdann wurden mit einer sterilen Nadel 6 etwa 1/2 cm tiefe Löcher in die Frucht gestoßen, die gleichmäßig auf der größten Peripherie verteilt wurden, der Versuch, diese sogenannten Impfkanäle bei den Apfelsinen nur bis an die dünne, das Fruchtfleisch umgebende Haut vorzuschieben, mißlang in einigen Fällen und so traten die später zu besprechenden Erscheinungen auf. Drei nebeneinander angebrachte Löcher wurden dann mit der *Penicillium*spezies geimpft, in Fließpapier gehüllt und in Ermangelung eines Kellers in einem durchlöchernten Schrank bei einer Temperatur von 10° C aufbewahrt. Jeder Versuch wurde doppelt angesetzt, und zugleich wurden zwei in derselben Weise vorbereitete, aber nicht geimpfte Früchte dort verwahrt.

Da letztere während der Dauer des Versuches und darüber hinaus vollkommen gesund blieben, so ist dem zu entnehmen, daß zum mindesten der größere Teil der übrigen Früchte an sich gesund war. Doch sei gleich hier erwähnt, daß auch eine sogenannte Selbstfäule bei einigen Früchten auftrat, eben wahrscheinlich durch Eigeninfection, die aber deutlich von der Fäule der aufgeimpften Infektion zu unterscheiden war, weil jene an beliebiger Stelle der Frucht auftrat, während die eventuelle *Penicillium*fäule zumeist an je drei Impfstellen zugleich auftrat oder doch zum mindesten an je zwei. Die Versuche bestätigten ferner diejenigen von Pfeffer (24), Zschokke (33) und Behrens (30) gemachten Beobachtungen, daß *Penicillium* kaum fähig ist, die Epidermis der Äpfel und Birnen anzugreifen, denn das Mycel und mit ihm die Konidienträger drangen nur auf dem mechanisch vorgearbeiteten Wege in das Fruchtfleisch ein, bzw. traten sie nur an den Impfstellen heraus. Als Beweis dafür mag angesehen werden, daß das Fruchtfleisch bereits unterhalb der Haut vollständig weich und zersetzt war und von der Impfstelle aus vom Pilz durchwuchert war, während die Haut selbst noch fest und undurchlässig war.

Der größere Teil der Versuche wurde wiederholt, und wenn hierbei einige abweichende Resultate auftraten, so war die Ursache in erster Linie darauf



zurückzuführen, daß die Spezies wohl selber nicht in der Lage war, die noch feste Frucht anzugreifen, sondern das Substrat erst zugänglich wurde durch die auftretende Fäule infolge Infektion aus unbekannter Quelle und der dadurch bedingten Zugänglichkeit für das *Penicillium*. Wie schon erwähnt, gestalteten sich die Versuche mit Apfelsinen zum Teil andersartig, es sind folgende Unterschiede zu beobachten: das Impfmateriel einiger Spezies keimte aus und bildete Konidienträger innerhalb und am äußeren Rande des Stichkanals, war jedoch nicht in der Lage, das Substrat anzugreifen, und die Pilzentwicklung kam zum Stillstand. Im anderen Falle griff der Pilz die Schale an, bildete braune Faulstellen von etwa 1 cm Durchmesser um die Impfstelle herum, stand dann aber auch in seiner Entwicklung still, und die Faulstelle trocknete ein, ohne weiter der Frucht zu schaden. Daß in diesem Falle der Pilz nicht nur die Fruchtschale, sondern auch die das Fruchtfleisch



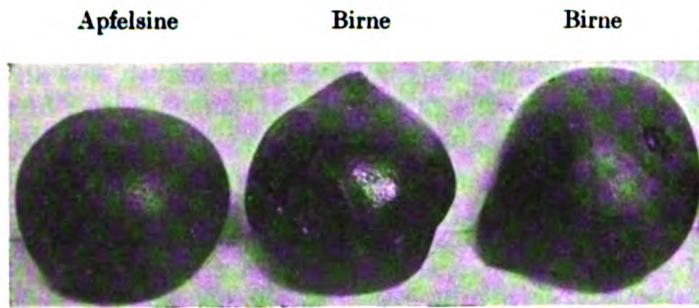
Pen. viridicatum, corymbiferum, X, VIII, olivaceum, italicum.

Fig. 1. Kulturen mit 5 g  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  nach 16 Tagen.

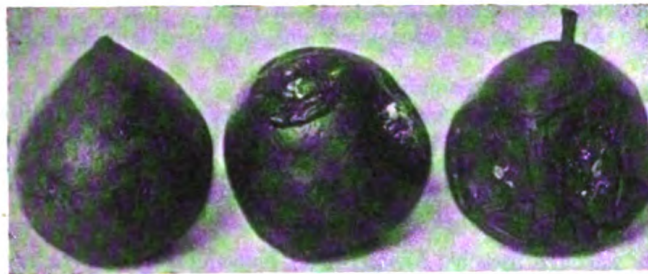
umgebende Haut angriff und dadurch mit dem Fruchtsaft in Berührung kam, schien mir um so wahrscheinlicher, weil die Spezies sich ebenfalls nicht entwickelte, wenn schon bei der Impfung diese dünne Haut durchstoßen war und sich der Fruchtsaft in den Impfkana! ergoß. Der dritte beobachtete Fall war schließlich der, daß der Pilz nicht nur Fruchtschale und die unverletzte Haut angriff, sondern sich auch dem Fruchtfleisch und dessen saurem Saft gegenüber resistent erwies und die Frucht vollkommen faul machte (photographische Aufnahmen von diesen Obstversuchen siehe auf S. 117, Fig. 2 u. 3.).

Versuche mit Zwiebeln sind in der Tabelle Nr. 7, S. 126, die die Resultate der Obstversuche zusammenfaßt, nicht enthalten, da keine greifbaren Resultate zu erzielen waren. Die geimpften Knollen zeigten keine Merkmale, die zur Unterscheidung der einzelnen Spezies hätten dienen können. Die Impfungen riefen zwar durchweg wohl Gewebszerstörungen hervor, da die Impfstellen auf etwa  $\frac{1}{2}$  cm Umkreis anschwellen und ein glasiges Aussehen bekamen, doch konnte ein Eindringen des Pilzes in das Innere und eine Fäulnis im obigen Sinne nirgends beobachtet werden. Vielleicht erklärt sich diese Erscheinung teilweise dadurch, daß die Zwiebeln noch in der Entwicklung und daher widerstandsfähiger waren, während die anderen Früchte bereits im Abbau begriffen und so den einzelnen *Penicillium* spezies leichter zugänglich waren.





Pen. XII, italicum, VIII.  
Fig. 2. Geimpfte Früchte. Nach 12 Tagen.



Pen. XII, IV, XIII.  
Fig. 3. Geimpfte Früchte. Birnen. Nach 20 Tagen.

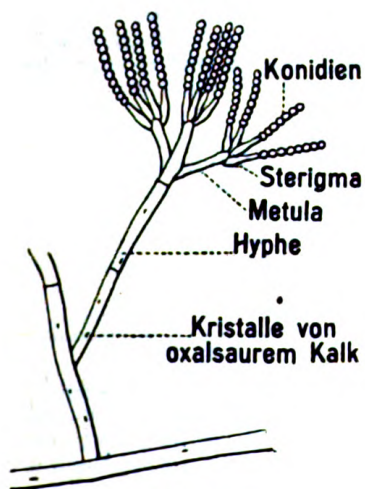


Fig. 4.



Fig. 5. Microphot.  
Aufnahme v. Pen. X.  
Vergröß. 800.

### Zusammenfassung.

Im folgenden gebe ich eine kurze Zusammenstellung der einzelnen von mir untersuchten Spezies und hebe an dieser Stelle hervor, was als Charakteristikum der betreffenden Spezies sich aus den vorhergehenden Untersuchungsreihen ergibt; den bereits bekannten Spezies ist eine Literaturübersicht vorangestellt.

**Pen. II.** Fundstelle: auf Agarnährboden einer Petrischale.

**Makroskopisches Bild:** auf Asparagin war besonders starkes Mycelgeflecht vorhanden und auf Agar-Agar Ansatz von sehr kleinen Koremien.

**Mikroskopisches Bild:** die Konidienträger zeigen in ihren Maßen keine Abweichungen vom normalen Typus, fallen aber dadurch auf, daß sich die Konidien leicht von den Sterigmen abtrennen und den Träger als wirklichen Pinsel zurücklassen.

**Physiologisches Bild:** auf Ammonnitrat und einigen Kulturen mit hoher Konzentration von Milchsäure und Kochsalz zeigte sich Neigung zu Orangefärbung der Deckenunterseite. Auf Ammonsulfat fiel die intensive Violettfärbung auf und auf Milch der besonders hohe Säuregrad und Gehalt an Stickstoff im Substrat. Gelatineverflüssigung trat verhältnismäßig spät ein. Eine Temperatur von 36–40° C bewirkte nur Entwicklungshemmung, aber keine Abtötung.

**Pen. IV:** Fundstelle: ein fauler Apfel.

**Makr. Bild:** auf Agar-Agar fiel eine stark entwickelte Pilzdecke mit einem gelbgrünen Farbton auf.

**Mikroskopisch** ist nichts hervorzuheben.

**Physiol. Bild:** an Verfärbungen sei das gelbe Mycel auf Ammonsulfat erwähnt. Gelatineverflüssigung trat nur langsam ein. Das Milchsäuresubstrat ergab fast die höchste Stickstoffzahl aller Spezies. Temperatur von 36–40° C tötete die Konidien nicht ab. Die Spezies vertrugen die besonders hohe Milchsäurekonzentration von 6%.

**Pen. V.** Fundort: Tapete.

**Makroskopisch** waren schwache Ansätze von Koremien zu beobachten.

**Mikr. Bild:** die leichte Trennung der Konidien vom Sterigma wie bei Pen. II war auch hier zu beobachten.

**Physiol. Bild:** an der Deckenunterseite trat eine braunrote Verfärbung hervor auf Asparagin und eine gelbe auf Ammonsulfat. Die Milch war alkalisch geworden und ergab den geringsten Stickstoffgehalt. Gelatineverflüssigung trat kaum ein. Äpfel und Birnen wurden nur vorübergehend angegriffen, Apfelsinen aber ganz faul.

**Pen. VII.** Fundort: auf einer Zwiebel.

**Makroskopisch** und **mikroskopisch** waren keine Besonderheiten.

**Physiol. Bild:** gelbes Mycel auf Ammonnitrat und Alkalität des Milchsäuresubstrates fielen auf. Würzelgelatine wurde schnell verflüssigt. Äpfel und Birnen wurden faul, Apfelsinen nur vorübergehend angegriffen. Temperatur von 36–40° C tötete die Konidien ab.

**Pen. VIII.** Fundort: auf einer faulen Apfelsine.

**Makr. Bild:** auf Agar-Agar waren kleine Koremien und eine sehr kurze Decke, deren blaugrüne Farbe an die von *Pen. italicum* erinnerte.

**Mikroskopisch** ist nichts hervorzuheben.

**Physiol. Bild:** Äpfel und Birnen wurden nur schwach angegriffen, Apfelsinen aber ganz faul. Temperatur über 36° C tötete die Konidien ab.

**Pen. IX.** Fundort: als Pilzdecke auf Wein.

**Makr. Bild:** die Pilzdecken sind besonders dünn und die Konidienentwicklung im allgemeinen gering.

**Mikroskopisch** zeigten die Konidien der Spezies ausgesprochene Ellipsenform.

**Physiol. Bild:** durch ein unregelmäßiges Farbgemisch des Mycels von gelb, rosa und violett fällt dieser Pilz auf, zumal diese Erscheinung auf fast allen Substraten mit einiger Entwicklung sich findet, noch stärker aber hebt sich der Pilz aus der Reihe dadurch hervor, daß das Mycel unterhalb meistens rot gefärbt ist und diese Farbe sich auch dem Substrat mitteilt. Die Empfindlichkeit gegen Giftkonzentrationen war besonders groß, so wurde der Pilz auf Milchsäure bei 1,5%, auf Essigsäure bei 0,1% und auf Kochsalz bei 3% abgetötet. Gelatineverflüssigung trat schnell ein.

**Pen. X.** Fundort: altes Schuhwerk.

**Makr. Bild:** die Pilzdecken fielen durch besondere Kürze und Dichte wie auch durch die dunkelgrüne Farbe der Konidienrassen auf.

**Mikr. Bild:** daß Säuren auch auf die morphologische Entwicklung von Einfluß sein können, beweist die Aufnahme eines Trägers von einer Ammonsulfatkultur auf S. 117, Fig. 5. Die schon von Wehmer beobachteten Anschwellungen der Hyphen, Bildung von Konidienträgern, denen z. B. die Metulae fehlten oder deren Kopf sich direkt an den Mycelfaden ansetzte, konnte ich beobachten.

**Physiol. Bild:** fast ausschließlich ist das Mycel zitronengelb gefärbt. Auf Milch war eine besonders starke Zunahme des Säuregrades zu bemerken. Obst wurde nicht angegriffen. Die Empfindlichkeit gegen Milchsäure war gering, der Pilz starb erst bei 6,5% ab.

**Pen. XI.** Fundort: eine Zitrone.

**Makroskopisch** nichts besonderes.

Beim Mikroskopieren erwiesen sich die Träger als sehr empfindlich und besonders lang.

**Physiol. Bild:** das Mycel färbte sich auf Würzelatine und Ammonnitrat gelb, die Deckenunterseite auf Kaliumnitrat war orange. Obst wurde nicht angegriffen.

**Pen. XII.** Fundort: modernes Holz im Keller.

**Makroskopisch und mikroskopisch** ist nichts hervorzuheben.

**Physiol. Bild:** vereinzelt trat Orangefärbung des Mycels auf. Apfelsinen wurden nur vorübergehend angegriffen. Diese Spezies vertrug die höchste Kochsalzkonzentration von 27%. Die Milch wurde alkalisch. Temperatur von 36–40° C wirkte tödlich.

**Pen. XIII.** Fundort: eine faule Birne.

**Makr. Bild:** schwache Ansätze von Koremien auf Agar-Agar wurden beobachtet. **Mikroskopisch** ist nichts hervorzuheben.

**Physiol. Bild:** das Mycel auf Asparagin war orange gefärbt. Alle Früchte wurden faul gemacht. Temperatur über 36° C tötete die Konidien ab. Der Pilz verträgt die höchste Kochsalzkonzentration von 27% und macht die Milch alkalisch.

**Pen. glaucum** Link. Literatur: Brefeld (5), Saccardo (9), Zukal (35), Wehmer (10) u. (36), Stoll (14).

Unter der Bezeichnung *Pen. glaucum* ist nach dem Stande der heutigen Forschung eine große Gruppe grüner Pinselschimmel zu verstehen und selbst der Zusatz Link ist noch keine genügende Definition, da z. B. gerade unter diesem Namen eine Gruppe bestand, aus der *Pen. roqueforti* und *camemberti* abgeschieden sind. Brefeld identifizierte *Pen. glaucum* Link mit *Pen. crustaceum* Fries. Die von mir untersuchte Spezies stimmt den allgemeinen morphologischen Vergleichen nach im wesentlichen überein mit derjenigen in den Beschreibungen Brefelds und andererseits mit denen der Spezies von Zukal und Saccardo. Die Identität mit der Spezies von Wehmer und Stoll ist dadurch gesichert, daß die Abimpfungen derselben Reinkultur entstammen.

**Makroskopisch und mikroskopisch** waren keine hervorstechenden Eigenschaften zu beobachten.

**Physiol. Bild:** die gelbe Färbung der Deckenunterseite auf Asparagin, Ammonsulfat und Ammonnitrat fiel auf. Die Widerstandskraft gegen Kochsalz war sehr groß, erst 26% töteten Konidien ab. Obst wurde nicht angegriffen, um so beachtenswerter, da Wehmer das Umgekehrte festgestellt hat.

**Pen. luteum.** Literatur: Wehmer (36), Behrens (30), Zukal (35), Stoll (14).

**Makroskopisch** beobachtete ich eine besonders hohe Myceldecke und, wie auch Wehmer, eine olivgrüne Konidiendecke.

**Mikr. Bild:** der Träger glich im allgemeinen dem, welchen auch Wehmer beschreibt, besonders fiel die Zartheit und das stark ineinander verflochtene Mycel auf.

**Physiol. Bild:** Die Erscheinungen betreffs der Gelbfärbung des Mycels, der Rotfärbung der Deckenunterseite stimmten mit den Beobachtungen von Stoll überein. Ein Angriffsvermögen auf Früchte konnte ich, im Gegensatz zu Behrens, nicht feststellen. Schon bei 7% Kochsalz hörte die Konidienbildung und bei 0,05% Essigsäure das Wachstum überhaupt auf. Auf Milch produzierte dieser Pilz roten Farbstoff an der Deckenunterseite.

**Pen. purpurogenum.** Literatur: Stoll (14), Wehmer (36). Makroskopisch beobachtete ich ein lockeres Mycelpolster und eine Konidiendecke, deren grüne Farbe besonders dunkel war.

Das mikroskopische Bild bot ein sehr feines Mycelgeflecht, in dem die Konidienträger durch größere Dicke auffielen.

Die physiologischen Beobachtungen deckten sich im wesentlichen mit denen Stolls, rotes und gelbes Mycel und dunkelrote Verfärbung der Deckenunterseite zeichnen die Spezies aus. Apfelsinen und Birnen wurden nur wenig und Äpfel gar nicht angegriffen. Diese Spezies vertrug nur 0,05% Essigsäure und 9% Kochsalz. Auf Milch entwickelte sie sich nicht.

**Pen. roqueforti.** Literatur: Weigmann (28), Wehmer (36), Ohlsen (18).

Makroskopisch zeichnete sich der Pilz durch besondere Zähigkeit der Decke und kurzes Mycel aus.

Mikroskopisch trat nichts hervor.

Physiol. Bild: Bemerkenswert war die fast ständige gelbe Farbe der Deckenunterseite. Beobachtungen Weigmanns und Wehmers betreffs Abspaltung von Ammoniak auf Milch bestätigten sich. Vom Obst wurden nur Äpfel schwach angegriffen. Durch besondere Unempfindlichkeit gegen Kochsalz, Essigsäure und Milchsäure zeichnete der Pilz sich aus, er wuchs noch bei 25% Kochsalz, 0,1% Essigsäure und 8% Milchsäure und wurde daher zu den großen Kulturen für die quantitativen Untersuchungen der Essigsäure und der Milchsäure und Milch benutzt.

**Pen. italicum** Wehmer. Literatur: Wehmer (36) u. (10), Zschokke (33), Stoll (14).

Makr. Bild: die Konidiendecke ist äußerst kurz und blaugrün gefärbt, Beobachtungen, die auch Wehmer und Stoll machten. Auf Agar-Agar entwickelten sich kleine Koremien.

Mikr. Bild: ebenfalls wie Wehmer und Stoll, sah ich ausgesprochen ellipsoide Konidien und eine häufige Septierung der Hyphen.

Physiol. Bild: wie Stoll, beobachtete auch ich Gelbfärbung des Mycels nur an der Deckenunterseite auf Asparagin und Ammonitrat. Auf der Milchkultur wurde der höchste Säuregrad erreicht von 14. Äpfel griff der Pilz nicht an, dagegen schwach Birnen, wie auch bei Zschokke, daß er aber nach Wehmer der ausgesprochene Schimmelpilz der Südfrüchte ist, zeigte sich dadurch, daß er in kürzester Frist die Apfelsinen vollkommen faul gemacht und mit einer dicken, grünen Schimmeldecke überzogen hatte.

**Pen. olivaceum** Wehmer. Literatur: Wehmer (36) u. (10), Stoll (14).

Makroskopisch und mikroskopisch ist nichts hervorzuheben.

Physiol. Bild: dieser Pilz glich im wesentlichen *Pen. italicum*, abweichend war die grüne Unterseite der Pilzdecke auf Asparagin. Das Angriffsvermögen auf Birnen war stärker, er unterschied sich von *Pen. italicum* durch geringere Empfindlichkeit gegen Milchsäure, erst 5,5% verhinderte Konidienkeimung, und von allen Spezies durch seine stärkste Widerstandskraft gegen Essigsäure von 1,1%. Seine Milchkultur hatte den höchsten Stickstoffgehalt.

**Pen. viridicatum** Westling. Literatur: Westling (19).

Makroskopisch und mikroskopisch waren keine hervorstechenden Eigenschaften festzustellen.

Physiol. Bild: die Spezies zeichnete sich, wie auch Westling beobachtete, durch gelbe Farbe an der Deckenunterseite aus. Gelatine wurde nur langsam verflüssigt. Milchsäure wirkte schon bei 2% tödlich.

**Pen. corymbiferum** Westling. Literatur: Westling (19).

Makroskopisch und mikroskopisch zeichnete sich die Spezies nicht aus.

Physiol. Bild: auf Kaliumnitrat trat eine schwachrote Verfärbung des Mycels hervor. Gelatine wurde nur langsam verflüssigt. Der Säuregrad der Milch war erheblich gestiegen. Äpfel wurden nicht und Birnen und Apfelsinen nur wenig angegriffen, über die Empfindlichkeit gegen verschiedene Gifte ist nichts besonderes hervorzuheben.

Die vorliegende Arbeit läßt m. E. die Folgerung zu, daß sich die Annahmen z. B. Ohlens und Westlings von der Existenz einer großen Anzahl

noch unbekannter Spezies von *Penicillium* bestätigen, denn mein ursprünglicher Plan, wenigstens einige Spezies aus der Reihe Pen. II bis Pen. XIII mit den bereits in der Literatur beschriebenen zu identifizieren, ließ sich nicht durchführen; es waren stets auf der einen oder anderen Kultur Unterschiede vorhanden, die solches verhinderten. Würde man jedoch nur die Morphologie ins Auge fassen, so könnte schwerlich eine ganze Anzahl der Spezies getrennt werden, und deshalb ist die weitestgehende Heranziehung der physiologischen Eigenschaften zur genauen Unterscheidung der einzelnen Spezies erforderlich nach einem Plane, dessen einheitliche Durchführung ein erstrebenswertes Ziel sein sollte. Am geeignetsten wäre wohl die Unterscheidung verschiedener *Penicillium* spezies durchzuführen an Kulturen auf den in meiner Arbeit verwendeten Nährflüssigkeiten mit verschiedenen Stickstoffquellen oder Giftzusätzen, wie Kochsalz, bez. Essigsäure, bzw. Milchsäure. Die Kultivierung auf Obst und Milch gibt auch gute Unterscheidungsmerkmale, und Ohlsen benutzt ja auch z. B. den auf Milch gebildeten Säuregrad. Ich halte jedoch die erwähnten Nährlösungen mit verschiedenen Stickstoffquellen und vor allem mit Giftzusatz deshalb für vorteilhafter, weil sie jederzeit chemisch qualitativ und quantitativ reproduzierbar sind, während Milch und Obst nicht chemisch genau definierbare Substanzen sind und von Fall zu Fall Verschiedenheiten aufweisen können, die die Charakteristik der *Penicillium* spezies erschweren müßten.

**Schlüssel zur Bestimmung der in vorliegender Arbeit untersuchten 18 Spezies von *Penicillium* nach den von mir angewendeten Methoden.**

- A. Konidien keimten nicht mehr bei 20% Kochsalz
  - a) Konidien keimten nicht mehr bei 5% Milchsäure
    - 1. Konidien keimten nicht mehr bei 0,1% Essigsäure . . . . . Pen. IX  
auf Milch roter Farbstoff an d. Mycelunters. . . . . Pen. luteum
    - 2. Konidien keimten noch bei 0,1% Essigsäure . . . . . Pen. XI  
auf 5 g Ammoniumsulfat keine Konidiendecke gebildet . . . . .  
. . . . . Pen. corymbiferum
  - b) Konidien keimten noch auf 5% Milchsäure . . . . . Pen. X  
Konidien keimten auf Magermilch nicht . . . . . Pen. purpureogenum
- B. Konidien keimten noch auf 20% Kochsalz
  - c) Konidien keimten nicht auf 5% Milchsäure
    - 1. Äpfel wurden nicht angegriffen . . . . . Pen. italicum  
auch Birnen nicht . . . . . Pen. XII  
auch Birnen und Apfelsinen nicht . . . . . Pen. glaucum
    - 2. Gelatine wurde nicht verflüssigt . . . . . Pen. V
    - 3. Magermilch wurde alkalisch durch . . . . . Pen. VII  
auf Asparagin bildete orange Mycel . . . . . Pen. XIII
    - 4. Magermilch wurde nicht alkalisch. . . . . Pen. viridicatum  
Temperatur von 36—40° tötete . . . . . Pen. VIII  
auf 5 g Ammoniumsulfat wurde violettes Mycel gebildet . . . . . Pen. II
  - d) Konidien keimten noch auf 5% Milchsäure
    - 1. Konidien keimten nicht mehr auf 0,2% Essigsäure . . . . . Pen. IV
    - 2. Konidien keimten noch auf 0,2% Essigsäure . . . . . Pen. olivaceum  
Magermilch wurde alkalisch . . . . . Pen. roqueforti

Tabelle I. Ammonsumfaat (bei 15—17° C.).

Name der Spezies	Entwicklung der Doeken	Beginn der Mycelentwicklung nach	Volle Myceldecke nach	Beginn der Konidienentwicklung nach	Volle Konidiendecke nach	Mycelverfärbungen		Nach 50 Tg. zur Neutralisation auf 10 com Substrat n/10 NaOH verbraucht oom
						oberhalb	unterhalb	
Penicillium II . . . . .	stark geschrumpt	3 Tagen	10 Tagen	6 Tagen	15 Tagen		violett	6,8
IV . . . . .	stark geschrumpt	1 "	6 "	5 "	keine	—	gelb	4,5
V . . . . .	stark geschrumpt	3 "	10 "	6 "	14 Tagen	—	gelb	5,6
VII . . . . .	"	4 "	keine	6 "	keine	—	keine	5,1
VIII . . . . .	"	2 "	10 "	2 "	10 Tagen	—	schwach braun	4,7
IX . . . . .	"	10 "	keine	24 "	keine	gelb, rosa	orange, rot	1,6
X . . . . .	einzelne Kolonien	6 "	keine	10 "	keine	gelb	weiß	2,3
XI . . . . .	geschrumpt stark	6 "	keine	13 "	keine	weiß	gelb	4,2
XII . . . . .	geschrumpt stark	6 "	10 Tagen	6 "	10 Tagen	—	—	5,0
XIII . . . . .	Kolonien mit Luftmycel	6 "	keine	13 "	keine	—	gelb	4,3
viridicatum . . . . .	stark geschrumpt gleichmäßig voll	6 "	10 Tagen	6 "	10 Tagen	orange	gelb	4,0
corymbiferum . . . . .	" stark geschrumpt	6 "	10 "	keine	keine	—	keine	4,6
purpurogenum roquesforti . . . . .	" stark geschrumpt	6 "	12 "	12 "	keine	rosa	rot	3,9
italicum . . . . .	"	2 "	6 "	10 "	"	—	gelb	5,5
olivaceum . . . . .	"	6 "	11 "	6 "	"	—	keine	4,7
luteum . . . . .	" gleichmäßig voll	6 "	13 "	"	keine	rot	keine	4,0
glaucum . . . . .	"	2 "	14 "	"	keine	—	rot	4,6
	"		6 "	keine	keine	—	gelb	2,6

Tabelle 2. Milch (bei ca. 20° C.).

Name der Spezies	Gewichts- abnahme in g	Säuregrad com n/4 NaOH	Gewicht der Pilzdecke in g	% N im Substrat in mg	mg N in der Decke	mg N im Substrat	
<i>Penicillium</i> II	4,7	10,3	5,0511	206,42			
IV	4,2	6,1	5,1671	252,18			
V	4,5	alkalisch	5,8219	50,28			
VII	3,6	"	4,8823	59,92			
VIII	3,7	9,0	6,3161	104,06			
IX	7,3	9,6	9,311	104,24			
X	3,4	10,1	4,1061	192,66			
XI	3,4	8,3	3,8811	288,97			
XII	4,2	alkalisch	4,2881	59,28			
XIII	5,4	"	7,492	74,46			
corymbiferum	4,5	10,3	7,9711	83,6			
viridicatum	3,5	3,4	7,0696	80,12			
glaucum	4,3	9,1	8,2446	57,67			
roqueforti	4,1	alkalisch	7,5261	70,83			
italicum	10,9	14,0	6,7211	58,08			
olivaceum	3,7	3,5	3,6311	316,56			starke H <sub>2</sub> O-Abscheidung auf der Pilzdecke
luteum	3,5	13,5	4,2886	145,85			roter Farbstoff an der Un- terseite des Mycels nicht gewachsen
purpurogenum	—	—	—	—	176,09	235,96	
mit 5 Parallel- bestimmungen von <i>Penicillium roqueforti</i>	6,4 7,0 7,4 7,2 6,8	alkalisch " " " "	7,5 8,1 8,4 7,7 8,2	—	— — 171,4 —	— 237,0 278,95 232,3 1079,00	
mit steriler Kultur		7,2					
vor dem Sterilisieren nach dem Sterilisieren		7,0					
bei Abbruch des Versuches	4,7	6,8				1063,60	

Kontrollbestimmungen

**Tabelle 3. Würzegelatine (bei 15—17° C).**

Name der Spezies	Volle Konidien- decke nach	Volle Myceldecke nach	Mycelverfärbungen		Substrat verflüssigt nach
			oberhalb	nach	
<i>Penicillium</i> II . . . . .	5 Tagen	3 Tagen	—	—	40 Tagen
„ IV . . . . .	5 „	3 „	—	—	40 „
„ V . . . . .	8 „	4 „	—	—	nur Spuren von Verflüssigung
„ VII . . . . .	4 „	3 „	—	—	10 Tagen
„ VIII . . . . .	6 „	4 „	—	—	40 „
„ IX . . . . .	6 „	4 „	gelb, weiß rosa	4 Tagen	10 „
„ X . . . . .	6 „	4 „	zitronengelb	4 „	10 „
„ XI . . . . .	5 „	3 „	„	3 „	40 „
„ XII . . . . .	4 „	2 „	orange	4 „	10 „
„ XIII . . . . .	6 „	3 „			40 „
„ <i>viridicatum</i> . .	4 „	2 „			40 „
„ <i>corymbiferum</i> .	6 „	3 „			40 „
„ <i>purpurogenum</i> .	15 „	8 „	gelb, rosa rot	14 „	66 „
„ <i>roqueforti</i> . .	8 „	5 „			14 „
„ <i>italicum</i> . . .	8 „	4 „			nur Spuren von Verflüssigung
„ <i>olivaceum</i> . .	8 „	4 „			„
„ <i>luteum</i> . . .	15 „	8 „	orange unterhalb	14 „	„
„ <i>glaucum</i> . . .	8 „	3 „			14 Tagen

**Tabelle 4. Ammoniumnitrat (bei 15—17° C).**

Name der Spezies	Myceldecke entwickelt voll nach	Konidien- decke voll entwickelt nach	Mycel verfärbt nach Tagen		Zur Neutralisation von 10 ccm Substrat verbraucht an Baryt (26,3 ccm auf 10 ccm n/10 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	
			oberhalb	unterhalb		
<i>Penicillium</i> II . . . . .	3 Tagen	10 Tagen	—	orange	18	
„ IV . . . . .	nur Ansätze		—	—		
„ V . . . . .	zugleich mit Konidien					5,7 ccm
„ VII . . . . .	4 Tagen	9 Tagen				
„ VIII . . . . .	3 „	10 „	gelb	16	—	
„ IX . . . . .	3 „	10 „	—		—	
„ X . . . . .	3 „	10 „	gelb	3	rot	3
„ XI . . . . .	3 „	10 „	—		—	
„ XII . . . . .	3 „	10 „	gelb	3	—	
„ XIII . . . . .	3 „	10 „	—		—	
„ <i>viridicatum</i> . . . . .	nur Ansätze		—		orange	5
					gelb	10
„ <i>corymbiferum</i> . . . . .	zugleich mit Konidien					
	zugleich	16 Tagen	—		—	
„ <i>purpurogenum</i> . . . . .	Konidien					
„ <i>roqueforti</i> . . . . .	3 Tagen	10 „	—		rot	7
	zugleich	13 „	—		gelb	9
„ <i>italicum</i> . . . . .	Konidien					
	7 Tagen	9 „	—		—	9,7 „
„ <i>olivaceum</i> . . . . .	4 „	9 „	—		—	11,7 „
„ <i>luteum</i> . . . . .	13 „	keine	orange	9	rot, gelb	7
„ <i>glaucum</i> . . . . .	6 „	9 Tagen	—		gelb	9
„ <i>glauca</i> . . . . .						5,3 „
„ <i>glauca</i> . . . . .						1,5 „



Tabelle 5. Kaliumnitrat (bei 15—17° C).

Name der Spezies	Volle Myceldecke entwickelt nach	Volle Konidien-decke entwickelt nach	Mycelverfärbungen		
			oberhalb	unterhalb	
<i>Penicillium</i> II . . . . .	4 Tagen	7 Tagen			
„ IV . . . . .	4 „	7 „			
„ V . . . . .	5 „	7 „			
„ VII . . . . .	4 „	7 „			
„ VIII . . . . .	5 „	7 „			
„ IX . . . . .	schwache Ansätze	keine	gelb, rot violett gelb	rot — orange	Substrat rot
„ X . . . . .	8 „	14 „			
„ XI . . . . .	4 „	7 „			
„ XII . . . . .	4 „	7 „			
„ XIII . . . . .	8 „	14 „			
„ <i>viridicatum</i> . . . . .	12 „	21 „	rosa	gelb	
„ <i>corymbiferum</i> . . . . .	5 „	7 „		dunkelrot	Substrat rot
„ <i>purpurogenum</i> . . . . .	4 „	7 „			
„ <i>roqueforti</i> . . . . .	4 „	7 „			
„ <i>italicum</i> . . . . .	4 „	7 „			
„ <i>olivaceum</i> . . . . .	5 „	7 „		gelb	
„ <i>luteum</i> . . . . .	4 „	7 „			
„ <i>glaucum</i> . . . . .					

Tabelle 6. Asparagin (bei 15—17° C).

Name der Spezies	Myceldecke	Konidien-decke	Mycelverfärbungen		
	voll entwickelt nach		oberhalb	unterhalb	
<i>Penicillium</i> II . . . . .	4 Tagen	10 Tagen			
„ IV . . . . .	4 „	10 „			
„ V . . . . .	4 „	11 „		braunrot	
„ VII . . . . .	6 „	14 „			
„ VIII . . . . .	5 „	13 „			
„ IX . . . . .	4 „	10 „	rosa, gelb violett gelb	rot	Substrat rot
„ X . . . . .	4 „	12 „			
„ XI . . . . .	6 „	13 „			
„ XII . . . . .	5 „	11 „			
„ XIII . . . . .	6 „	11 „	orange		
„ <i>corymbiferum</i> . . . . .	6 „	13 „			
„ <i>viridicatum</i> . . . . .	5 „	13 „	gelb		
„ <i>purpurogenum</i> . . . . .	5 „	12 „	rot, gelb, violett	rot	Substrat rot
„ <i>roqueforti</i> . . . . .	4 „	10 „		gelb	
„ <i>italicum</i> . . . . .	4 „	12 „		gelb	
„ <i>olivaceum</i> . . . . .	5 „	11 „		grün	
„ <i>luteum</i> . . . . .	10 „	15 „	rot		
„ <i>glaucum</i> . . . . .	4 „	9 „		gelb	

Tabelle 7. Obst (bei ca. 10° C).

Name der Spezies	Äpfel	Birnen		Apfelsinen
		I	II	
Penicillium II . . . . .	/ /	/ /		/ /
„ IV . . . . .	+ +	+ +		+ +
„ V . . . . .	/ /	/ /	/ +	+ +
„ VII . . . . .	+ +	+ +		/ /
„ VIII . . . . .	/ /	/ /		+ +
„ IX . . . . .	/ /	/ 0	/ /	/ /
„ X . . . . .	0 0	0 /	0 0	0 0
„ XI . . . . .	0 0	0 0	0 0	0 0
„ XII . . . . .	0 0	0 0		/ /
„ XIII . . . . .	+ +	+ +		+ +
„ viridicatum . . . . .	/ /	/ 0	/ /	/ /
„ corymbiferum . . . . .	0 0	/ 0	/ /	/ /
„ purpurogenum . . . . .	0 0	/ /		/ /
„ glaucum . . . . .	0 0	0 0		0 0
„ luteum . . . . .	0 0	0 0		0 0
„ italicum . . . . .	0 0	/ /		+ +
„ olivaceum . . . . .	0 0	+ +		+ +
„ roqueforti . . . . .	/ /	0 0		0 0

+ = Die Spezies hat die Frucht faul gemacht.

/ = Die Spezies hat die Frucht anfangs angegriffen, die kleine Faulstelle ist aber eingetrocknet.

0 = Die Spezies hat die Frucht nicht angegriffen.

Tabelle 8. Abtötungs-Konzentrationen von NaCl; CH<sub>3</sub>CHOHCOOH; CH<sub>3</sub>COOH (bei 15—17° C).

Name der Spezies	NaCl g in 100 ccm Lösung des Substrates Entwicklungsgrenze für		CH <sub>3</sub> CHOHCOOH ccm 100% Lösung in 100 ccm Lösung des Substrates Entwick- lungsgrenze	CH <sub>3</sub> COOH ccm 100% Lösung in 100 ccm Lösung des Substrates Entwick- lungsgrenze
	Konidien	Mycel		
Penicillium II . . . . .	20	21	2,5	0,15
„ IV . . . . .	18	20	6,0	0,15
„ V . . . . .	18	20	2,5	0,10
„ VII . . . . .	20	21	2,5	0,15
„ VIII . . . . .	20	21	2,5	0,15
„ IX . . . . .	6	8	1,5	0,05
„ X . . . . .	13	16	6,0	0,15
„ XI . . . . .	16	17	4,0	0,15
„ XII . . . . .	26	27	4,0	0,10
„ XIII . . . . .	26	27	4,0	0,15
„ corymbiferum . . . . .	18	19	4,0	0,10
„ viridicatum . . . . .	20	22	1,5	0,15
„ glaucum . . . . .	25	26	4,0	0,10
„ roqueforti . . . . .	25	26	8,0	0,95
„ italicum . . . . .	20	21	2,5	0,15
„ olivaceum . . . . .	20	21	5,5	1,1
„ luteum . . . . .	7	14	4,0	unter 0,05
„ purpurogenum . . . . .	6	9	5,0	0,05

Tabelle 9.  $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$  (bei 15—17° C).

Name der Spezies	Auf 50 ccm Substrat wurden verbraucht zur Neutralisation an				Gewichts- abnahme der Kultur  g
	Baryt (27 ccm auf 10 ccm $\text{n}/10 \text{H}_2\text{SO}_4$ ) vor dem Sterilisieren  ccm	Baryt (27,4 ccm auf 10 ccm $\text{n}/10 \text{H}_2\text{SO}_4$ ) nach dem Sterilisieren  ccm	Baryt (26,4 ccm auf 10 ccm $\text{n}/10 \text{H}_2\text{SO}_4$ ) bei Abbruch des Versuches ccm	Baryt (26,4 ccm auf 10 ccm $\text{n}/10 \text{H}_2\text{SO}_4$ ) Rückstand der Äther- destillation ccm	
<i>Penicillium</i> VIII . . . . .	407,5	410,0	15,5	2,1	59,3
„ <i>olivaceum</i> . . . . .	407,5	410,0	34,5	4,1	37,5
„ <i>roqueforti</i> . . . . .	407,5	410,0	alkalisch	2,3	52,0
„ X . . . . .	407,5	410,0	nicht gut entwickelt		
„ <i>corymbiferum</i> . . . . .	407,5	410,0	„	„	„
sterile Kultur . . . . .	407,5	410,0	432,5	401,3	7,8

Tabelle 10.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (bei 15—17° C).

Name der Spezies	Auf 50 ccm Substrat wurden verbraucht zur Neutralisation an				Gewichts- abnahme der Kultur  g
	Baryt (27,0 ccm auf 10 ccm $\text{n}/10 \text{H}_2\text{SO}_4$ ) vor dem Sterilisieren ccm	Baryt (27,3 ccm auf 10 ccm $\text{n}/10 \text{H}_2\text{SO}_4$ ) nach dem Sterilisieren ccm	Baryt (27,3 ccm auf 10 ccm $\text{n}/10 \text{H}_2\text{SO}_4$ ) bei Abbruch des Versuches ccm	Im Destillat des Substrates ccm	
<i>Penicillium</i> VIII . . . . .	31,5	33,0	30,0	(Baryt 26,3) 2,1	4,5
„ <i>olivaceum</i> . . . . .	31,5	33,0	16,0	(Baryt 26,2) 2,3	46,2
„ <i>roqueforti</i> . . . . .	31,5	33,0	17,5	(Baryt 26,2) 2,6	58,5
„ X . . . . .	31,5	33,0	18,0	(Baryt 26,3) 1,6	52,0
sterile Kultur . . . . .	31,5	33,0	31,0	—	3,4

Tabelle 11. Temperatur.

Name der Spezies	Konidien keimten			
	bei 36°—40° C nach Tagen	bei 16°—18° C nach Tagen	bei 20° C nach Tagen	keimten nicht innerhalb Tagen
<i>Penicillium</i> II . . . . .			→ 40	
„ IV . . . . .				→ 77
„ VII . . . . .				→ 77
„ VIII . . . . .				→ 77
„ IX . . . . .	21			
„ X . . . . .			→ 49	
„ XI . . . . .		→ 30		
„ XII . . . . .				→ 77
„ XIII . . . . .				→ 77
„ <i>viridicatum</i> . . . . .		→ 33		
„ <i>corymbiferum</i> . . . . .			→ 46	

Tabelle 12. Mikrosko-

Name der Spezies	Mes- sungen	Hyphen		Metulae		
		Dicke	rau- h bezüglich glatt	Länge	Dicke	in Wirteln von
Penicillium II . . . . .	1.	4,8	glatt	—	—	—
	2.	3,6	„	12	3,6	3
„ IV . . . . .	1.	4,2	rau-	—	—	—
	2.	5,4	„	16,8	3,6	2—4
„ VII . . . . .	1.	3,6	glatt	—	—	—
	2.	5,4	„	13,2	4,8	3—5
„ VIII . . . . .	1.	4,2	rau-	—	3,6	—
	2.	4,8	„	13,2	3,6	2—3
„ IX . . . . .	1.	3,6	glatt	8,8	4,2	2
	2.	4,8	„	10,8	3,6	2
„ X . . . . .	1.	6	„	7,8	2,1	3
	2.	3	„	10,8	3	3—4
„ XI . . . . .	1.	3,6	„	9,6	4,8	2
	2.	4,2	„	11,4	3,6	1—2
„ XII . . . . .	1.	4,2	„	12	3,6	2
	2.	4,8	„	10,8	4,2	2—3
„ XIII . . . . .	1.	6	rau-	14	6,8	4
	2.	3,6	„	15	3,4	3—4
„ V . . . . .	nur eine	4,8	glatt	12	2,4	2—3
„ glaucum . . . . .	„	4,8	„	10,8	3,6	—
„ corymbiferum . . . . .	„	6	„	15,6	6	—
„ viridicatum . . . . .	„	4,8	rau-	15,6	4,8	3—4
„ roqueforti . . . . .	„	4,8	glatt	12	3,6	—
„ italicum . . . . .	„	3,6	rau-	13,2	3,6	1—2
„ olivaceum . . . . .	„	6	glatt	24	4,8	—
„ purpurogenum . . . . .	„	3,6	s. Anmk.	13,2	3,6	—
„ luteum . . . . .	„	3,6	glatt	16,8	3,6	—

## Literaturverzeichnis.

1. Micheli, Nova plantarum genera. Florentiae 1729.
2. Linné, Species plantarum. II. 1764.
3. Persoon, Synopsis methodica fungorum. Göttingen 1801.
4. Link, Magaz. d. naturf. Freunde. Jahrg. 3. Berlin 1809.
5. Brefeld, Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze. Bd. II. 9. Entwicklungsgeschichte von Penicillium. Leipzig 1872.
6. Loew, Zur Entwicklungsgesch. von Pen. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 7. 1869.)
7. Fischer, Ed., Engler u. Prantl, Die natürl. Pflanzenfamilien. T. I. 1903.
8. Lindau, Rabenhorst, Kryptogamenflora. Bd. I. 1904.
9. Saccardo, Sylloge fungorum. 1888.
10. Wehmer, Beiträge zur Kenntnis einheim. Pilze. Bd. I. Jena 1893.
11. Orla-Jensen, Die Hauptlinien d. natürl. Bakteriensystems. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 22.)
12. Rahn, Statistische Studien über d. Systeme d. Bakterien. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 45. 1916.)
13. Wehmer, Beiträge z. Kenntnis einh. Pilze. Bd. II. Jena 1895.
14. Stoll, Beiträge zur morphol. u. biolog. Charakteristik von Pen.-Arten [Inaug. Diss.] Würzburg 1905.

## pische Messungen.

Sterigmen			Konidien		Die Zahlen geben die Maße in $\mu$ . Sind die Hyphen rauh, so ist solches auf Ausscheidung von oxalsaurem Kalk zurückzuführen
Länge	Dicke	in Wirteln von	junge	alte	
9,6	1,8	3—4	$3 \times 1,2$	3	Die Träger sind sehr empfindlich, Konidien lösen sich leicht von dem Sterigma und bleiben, in Ketten von 3—6 Stück vereint, im Präparat, der Träger, mit dem Sterigma fest verbunden, gleicht einem Pinsel.
9,6	2,4	3	2	4,8	
11,6	2,6	3	$3,6 \times 2,4$	3,6	
9,6	3,6	2—3	$3,6 \times 4,8$	4,8	Dieselbe Erscheinung wie bei <i>Penic. II.</i>
12	3,6	—	$3,1 \times 3,6$	$4,8 \times 6$	
10,8	4,8	3	$1,2 \times 2,4$	$3,6 \times 4,8$	
7,6	2,6	3	$3,6 \times 2,2$	4,2	
9,6	3,6	3—4	—	4,8	
12,8	3,6	2	$2,4 \times 3,6$	$3,6 \times 6$	
9,6	2,4	2	$3,6 \times 2,4$	—	Verzweigung des Trägers tritt erst beim Ansatz der Metulae ein, Träger und Hyphengewebe war sehr empfindlich.
6	2	2	3	3,4	
8,4	3	3	$2,4 \times 3,6$	$3,6 \times 4,8$	
6	3,6	3	$1,8 \times 3$	$6 \times 3,6$	
11,4	3,6	2—3	$2,4 \times 3,6$	$3,6 \times 4,8$	
9	3,0	3	2,4	$3,6 \times 6$	
9,6	2,4	4	$1,2 \times 2,4$	3,6	Dieselbe Erscheinung wie bei <i>Penic. II.</i>
8,4	3,8	4	$2,4 \times 3,4$	3,4	
12	3,4	4—5	—	3,5	
9,6	2,4	3—4	$2,4 \times 3,6$	$3,6 \times 4,8$	
10,8	6	—	bis 6	—	
12	3,6	4—5	$4,8 \times 6$	5	
9,6	3,6	—	$4,8 \times 6$	5	Sehr feines langes Mycel, stark verflochten, Träger empfindlich, einzelne Hyphen dicker und rauh, andere glatt.
9,6	3,6	—	bis 4,8	—	
10,8	3,6	2—3	bis $3,6 \times 4,8$	—	
13,2	3,6	—	bis $3,6 \times 6$	—	
11,4	2,4	—	$2,4 \times 3,6$	3,6	
17,0	2,2	—	$2,3 \times 1,4$	$3 \times 2$	

15. Weidemann, Morphologische und physiologische Beschreib. einiger *Pen.*-Arten. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 19. 1907.)
16. Thom, Some suggestions from the study of dairy fungi. (Journ. of. Mycol. 1905.)
17. —, Cultural studies of species of *Pen.* (Bur. of animal Industr. U. St. Dep. Agric. Bull. Nr. 118. Washingt. 1910.)
18. Ohlsen, Monographie d. Pilzgruppe *Pen.* (Skrift. utg. av Videnskapselska. i. Kristiania 1912.)
19. Westling, Über die grünen Spezies d. Gattung *Pen.* (Ark. f. Botan. Bd. 11. 1911.)
20. Haenicke, Vererbungsphysiologische Untersuchungen an Arten von *Pen. u. Aspergillus.* (Zeitschr. f. Botan. Jahrg. 8. 1916.)
21. Pringsheim, Die Variabilität d. niederen Organismen. Berlin 1910.
22. Wehmer, Selbstvergiftung in *Pen.*-Kulturen als Folge d. Stickstoff-Ernährung. (Ber. d. deutsch. bot. Ges. Bd. 31. 1913. H. 4.)
23. Meyer, Farbstoff- u. Konidienkeimung bei *Pen. variable* Wehm. (Mycol. Centralbl. Bd. 4. 1914.)
24. Pfeffer, Election organ. Stoffe. (Jahrb. f. wiss. Botan. Bd. 33. Hf. 2.)
25. Pringsheim, Abderhalden, Arbeitsmethoden. Bd. 2. Seite 20 u. f.
26. Fleischmann, Lehrb. d. Milchwirtsch. Berlin 1915. S. 126.

27. Ritthausen: König, Untersuch. landw. u. gewerbl. wichtiger Stoffe. Berlin 1906. S. 470.
28. Weigmann, Lafar, Handb. f. techn. Mycologie. Bd. 2. Gärung d. Milch u. Abbau ihrer Bestandteile.
29. Munk, Bedingungen d. Hexenringbildung bei Schimmelpilzen. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 32. 1912.)
30. Behrens Beiträge z. Kenntnis d. Obstfäule. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. 1898. Bd. 4.)
31. Schneider-Orelli, Versuche über Wachstumsbeding. u. Verbreitung d. Fäulnispilze d. Lagerobstes. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 32. 1912.)
32. Behrens, siehe 30.
33. Zschokke, Über d. Bau d. Haut und d. Ursachen d. verschiedenen Haltbarkeit unserer Kernobstfrüchte. [Diss.] Bern 1897.
34. Nordhausen, Parasitäre Pilze. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 33. H. 1. 1897.)
35. Zukal, Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien. 1887.
36. Wehmer, Lafar, Handb. f. techn. Mycologie. Bd. 4. S. 192 u. f.
37. Thiele, Die Temperaturgrenzen d. Schimmelpilze in verschieden. Nährlösungen. [Diss.] Leipzig 1896.

*Nachdruck verboten.*

## Die normale Gasbildung im Edamer und Gouda Käse.

[Mitteilungen aus dem bakteriologischen Laboratorium der landwirtschaftlichen Versuchstation Hoorn in Holland.]

Von F. W. J. Boekhout und J. J. Ott de Vries.

Mit 1 Fig. im Text.

Die normale Gasbildung im Edamer und Gouda Käse wird 10 bis 12 Tage nach der Bereitung deutlich ersichtlich, und gibt dann Veranlassung zur Bildung von kugelförmigen oder schlitzförmigen Löchern im Käseteige, je nachdem die Konsistenz desselben ganz geschmeidig und ausgeglichen, oder unregelmäßig und zähe oder bröcklig ist. Im ersten Falle bildet das Gas die normalen Löcher (wie die Augen im Schweizerkäse); andernfalls entsteht der Fehler „Bockelrisse“ (Siehe diese Zeitschrift Abt. II. Bd. 28. S. 98). Die Löcher entstehen, wenn der Milchsucker schon längst verschwunden ist, so daß den Mikroorganismen nur das milchsaure Kalzium als Kohlenstoffquelle zur Verfügung steht, neben den stickstoffhaltigen Substanzen, Peptonen und Kaseine.

Als Nährmedien wählten wir die Flüssigkeit, welche v. Freudenreich und Jensen bei ihren Untersuchungen über die Propionsäuregärung im Emmenthaler Käse verwandten<sup>1)</sup>, welche besteht aus

Wasser . . . . .	1000 ccm
Pepton Witte . . . . .	20 g
Bikaliumphosphat . . . . .	2 „
Kochsalz . . . . .	5 „
milchsaurem Calcium . . . . .	20 „

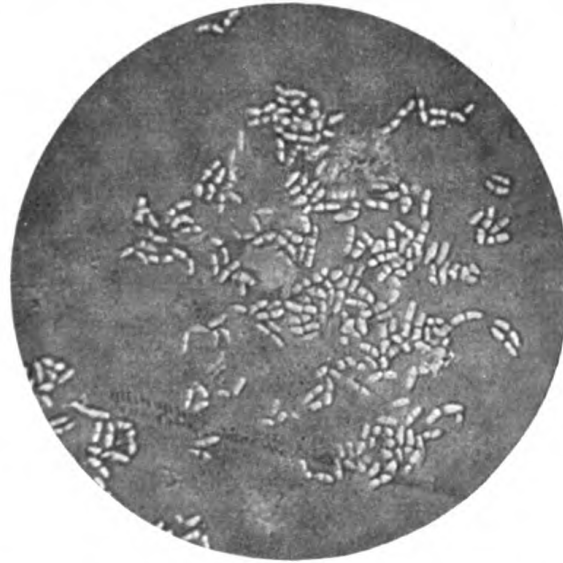
also einer Flüssigkeit, deren Zusammensetzung Ähnlichkeit zeigt mit dem Nährsubstrat, wie dieses im Käse vorliegt. Der Niederschlag, welcher sich durch Wechselwirkung zwischen Bikaliumphosphat und milchsaurem Kalzium bildet, besteht in der Hauptsache aus 34,5 Proz. CaO, 27,3 Proz. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und 37,3 Proz. organischer Substanz mit 4,5 Stickstoff; er wurde nicht abfil-

<sup>1)</sup> Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 17. S. 529.



triert<sup>1)</sup>. Weil die Kultur, mit Rücksicht auf den Sauerstoffmangel im Käse, anaërob stattfand, wurde das Nährsubstrat in 8 bis 9 ccm großen Mengen in Reagenzröhren gebracht, welche in der Mitte eingengt waren, so daß sie nach der Impfung und Entfernung der Luft bequem zugeschmolzen werden konnten.

Als Untersuchungsmaterial diente Gouda und Edamer Käse, 4 bis 5 Wochen alt, mit vielen, runden Löchern oder „Boekelrissen“, welche uns freundlichst durch den Verband friesischer Genossenschaftsmolkereien zugesandt wurden, und von Käseprüfungen herrührten, welche dieser Verband monatlich abhält. Unter aseptischen Kautelen wurde aus diesen Käsen durch Bohrungen Material entnommen und zu einem dicken Brei im Mörser mit physiologischer Salzlösung angerieben; etwa  $\frac{1}{5}$  g hiervon diente zur Impfung jedes Röhrchens. Die Eingengung des Röhrchens wurde weiter ausgezogen zu einer Kapillare, worauf wir es in ein Wasserbad von 28° stellten und mit Hilfe einer Quecksilberpumpe luftleer pumpten, was die Flüssigkeit zum Kochen bringt, so daß die letzten Sauerstoffreste entfernt wurden. Ist das Kochen gut durchgesetzt worden, so wird die Kapillare in kleiner Flamme erhitzt, ausgezogen und zugeschmolzen. Die derartig vorbereiteten Kulturen wurden im Thermostat bei 21° C. aufgehoben. Nach wenigstens 1 Woche tritt in



Bakterien bei 1000facher Vergrößerung.

jedem Röhrchen Gärung auf, welche ungefähr 2 Tage später aufhört. Nach Beendigung derselben wurde das Röhrchen geöffnet und der Inhalt für eine neue Reihe von Kulturen in Röhrchen verwendet, welche gleichfalls luftleer gepumpt und zugeschmolzen werden. Diese Impfung geschieht mit einer großen Platinöse, welche  $\pm 3$  mg Flüssigkeit enthält. Nachdem auch in diesen Kulturen die Gärung beendet ist, was etwa nach einer Woche der Fall ist, werden daraus Strichkulturen auf Gelatine angelegt, welche durch Zusatz von 10 Proz. Gelatine zu der oben erwähnten Pepton-Kalziumlaktat-Lösung und Filtrieren ohne vorhergehende Neutralisation hergestellt wird. Beim Aufstreichen der Impfung auf die Gelatineplatten verwendet man gleichfalls die Platinöse mit  $\pm 3$  mg Inhalt. Die Kolonien, welche nach einigen Tagen entstehen, bestehen aus verschiedenen Arten, von denen die gewünschten zu den kleinsten gehören. Nach einem Aufenthalt im Brutschrank von etwa 6 Tagen wurden die äußerst winzigen Kolonien in Röhrchen mit Kulturflüssigkeit abgeimpft, welche darauf luftleer gepumpt und zugeschmolzen wurden.

<sup>1)</sup> Theoretisch sollte Bikalziumphosphat präzipitieren. Die abweichende Zusammensetzung wird wahrscheinlich verursacht durch Adsorption von Pepton und Kalziumlaktat.

Gewöhnlich tritt alsdann nach 10 bis 12 Tagen in einigen dieser Gärung auf. Es empfiehlt sich, eine große Zahl von Kolonien abzuimpfen, wodurch die Sicherheit des Erfolges vergrößert wird. Man kann zur Kontrolle auf die Reinheit aus den gärenden Kulturen noch eine Platte auf Molken-gelatine anlegen, auf welchem Medium die Kolonien größer sind.

Auf diese Weise gelang es uns, diese Bakterien verschiedene Male aus Gouda und Edamer Käsen mit „Boekelrissen“ oder runden Löchern zu isolieren. Die Form ist ein Kurzstäbchen, wenn sie einzeln vorkommen; doch treten sie manchmal auch paarweise auf und sind dann mehr vom Typus eines *Diplococcus*. Ihre Länge wechselt zwischen 3  $\mu$  bei den Stäbchen und 1 $\frac{3}{4}$   $\mu$  bei den kleinen, *Diplococcus* ähnlichen; die Breite beträgt 1,2  $\mu$ .

Auf der mit Pepton-Kalziumlaktat-Lösung hergestellten Gelatine sind die Kolonien nach 8 Tagen bei 21° C. von der Größe einer Stecknadelspitze, während die in Gelatine anaërob, oder in tiefer Schicht gezüchteten größer sind. Auf Molkengelatine sind die Kolonien nach 5 Tagen so groß wie eine Stecknadelspitze; nach 7 Tagen etwas größer. Es entstehen auf diesem Nährboden Involutionsformen. In Molkengelatine sind die Kolonien bei anaërober Kultur nach 3 Tagen bei 21° C. schon bedeutend größer. Gasbildung findet darin nicht statt, wohl aber in der ersterwähnten Gelatine. Milch ist für diese Bakterie kein geeigneter Nährboden; nach 3—6 Wochen tritt darin bei 21° C. so gut wie gar keine Entwicklung auf. Augenscheinlich ändert sich die Flüssigkeit nicht, während sich am Boden der Röhren ein kleiner Niederschlag absetzt, welcher ziemlich große, keulenartige Involutionsformen dieses Mikroorganismus enthält. Die Reaktion hält sich annähernd amphoter. In Molken bleibt das Wachstum meistens aus. Freilich kann auch hier bisweilen Entwicklung auftreten, so bei Stamm No. 4, welcher Laktose angreift. Das Wachstum in der Flüssigkeit mit milchsaurem Kalzium ist in hohem Maße abhängig von dem Niederschlag, welcher darin auftritt. Entfernt man diesen nicht, so erscheinen nach etwa 7 Tagen Gasblasen, welche aus dem Niederschlag am Boden emporsteigen, während die darüberstehende Flüssigkeit ganz klar bleibt. Verwendet man aber Pepton-Kalziumlaktat-Lösung nach Entfernung des Präzipitats durch Abfiltrieren, so bleibt jede Gärung aus; jedoch tritt diese wieder in normaler Weise auf, wenn Bikalziumphosphat zugesetzt wird. Die Rolle des Präzipitats besteht also darin, daß es, angesichts der Wechselwirkung zwischen Kalziumlaktat und Bikalziumphosphat, alle verfügbare Phosphorsäure enthält und als ausschließliche Phosphorsäurequelle dient.

Daß die Bakterie trotzdem auf Gelatine wächst, welche von dem Niederschlag befreit wurde, erklärt sich durch die saure Reaktion der zugesetzten Gelatine, welche Bikalziumphosphat in Lösung bringt, und weil Handels-gelatine außerdem Kalziumphosphat enthält. Wird in der Flüssigkeit das Bikalziumphosphat durch Monokalziumphosphat<sup>1)</sup>, ersetzt, und bleibt infolgedessen die Wechselwirkung aus, so findet, im Gegensatz zu den vorigen Kulturen, wo die Flüssigkeit klar bleibt, Wachstum durch den ganzen Nährboden statt, der gleichmäßig getrübt wird.

Was die übrigen Nährstoffe anbetrifft, so gilt davon folgendes: Die Bakterie ist als Stickstoffquelle angewiesen auf Pepton; weder Asparagin, noch Ammonium- oder Kaliumnitrat können dafür als Ersatz dienen. Wohl aber tritt Gärung auf in Röhren mit 2 Proz. Kalziumlaktat-Lösung, welche übriges 1 Gramm junger Edamer Käse in angeriebenem Zustand enthält.

<sup>1)</sup> Weil durch Erhitzen im Autoklaven auf 120° C in derartiger Lösung ein starker Niederschlag entsteht, muß man durch ein Chamberland filter sterilisieren.



Nachfolgende Analyse gibt die Zusammensetzung des Gases, welches sich dabei bildet, aufgefangen über Wasser:

Totales Volumen . . . . .	45,8 ccm	
Nach Absorption in KOH . . . . .	33,6 „	
Kohlensäure . . . . .		12,2 ccm
Nach Absorption in Pyrogallol . . . . .	33,6 ccm	
Sauerstoff . . . . .		0,0 ccm
Vom Gasreste genommen . . . . .	33,2 ccm	
Nach Absorption mit Palladium . . . . .	0,6 „	
Wasserstoff . . . . .		32,6 ccm

Es bestand also aus:

12,2 ccm  $\text{CO}_2$   
 33,0 ccm  $\text{H}_2$   
 0,6 ccm  $\text{N}_2$

Als Kohlenstoffquelle steht an erster Stelle das Kalziumlaktat. Andere Laktate, z. B. Natriumlaktat, rufen keine Gasbildung hervor; es scheint also die Milchsäure an Kalzium gebunden sein zu müssen, damit Gärung eintritt.

Die Menge des milchsauren Kalziums, welche in der Flüssigkeit vertragen wird, ist ziemlich groß und kann 12 Proz. betragen. Bei dieser Konzentration tritt Gärung bis 12 Tage nach der Impfung auf. Das Gas, welches sich in der Pepton-Kalziumlaktat-Lösung entwickelt, besteht aus einem Gemische von Kohlensäure, Wasserstoff und Stickstoff in wechselnden Mengen. Analyse des Gasgemenges, aufgefangen über Wasser:

Gasvolumen . . . . .	38,0 ccm	
Nach Absorption in KOH . . . . .	28,6 „	
Kohlensäure . . . . .		9,4 ccm
Nach Absorption in rauchender $\text{H}_2\text{SO}_4$ . . . . .	28,6 ccm	
Schwere Kohlenwasserstoffe . . . . .		0,0 ccm
Nach Absorption in Pyrogallol . . . . .	28,6 ccm	
Sauerstoff . . . . .		0,0 ccm
Nach Absorption in $\text{Cu}_2\text{Cl}_2$ . . . . .	28,6 ccm	
Kohlenstoffoxydul . . . . .		0,0 ccm
Genommen vom Gasreste . . . . .	8,2 ccm	
Nachgefüllt mit Luft bis . . . . .	45,0 „	
Nach Explosion . . . . .	33,9 „	
Verschwunden . . . . .	11,1 ccm	
Nach Absorption in KOH . . . . .	33,9 „	
Kohlensäure . . . . .		0,0 ccm
also Methan abwesend		
Wasserstoff . . . . .		7,4 ccm

Das Gas enthielt also: 9,4 ccm Kohlensäure  
 25,9 „ Wasserstoff  
 2,7 „ Stickstoff.

Zwei andere Analysen ergaben respektive:

6,4 ccm und 7,2 ccm Kohlensäure  
 24,05 „ „ 25,4 „ Wasserstoff  
 1,8 „ „ 1,8 „ Stickstoff.

In Anbetracht der Kohlensäure-Löslichkeit in Wasser geben diese Zahlen selbstredend nur die qualitative Zusammensetzung an. Diese stimmt aber mit der Zusammensetzung des Gases in Käsen mit „Boekelrissen“ und runden Löchern überein, wie aus unseren früheren Veröffentlichungen über diesen Gegenstand hervorgeht.

Neben dem Gase bildet die Bakterie in der Pepton-Kalziumlaktat-Lösung auch ein wenig Säure, welche aber gebunden vorkommt, weil die Reaktion

der Flüssigkeit durch das Bakterienwachstum sich fast nicht ändert, ja sogar, statt amphoter, sehr wenig alkalisch wird. Untersucht nach der Methode von Duclaux, zeigt sich, daß diese Säure Essigsäure ist, in einer Menge von + 9 ccm  $\frac{1}{10}$  normal oder etwa 0,054 g pro 300 ccm Kulturflüssigkeit nach 14 Tagen. Diese Quantität wird größer, je älter die Kultur ist. Man könnte sich die chemische Umwandlung also vorstellen:  $(C_2H_4OHCOO)_2Ca + 2H_2O = (CH_3COO)_2Ca + 4H_2O + 2CO_2$ .

Die Lebensdauer dieses Fermentes in der Pepton-Kalziumlaktat-Lösung ist sehr groß. Kulturen der Stämme 1, 2 und 3, bereitet im Januar, Februar, März, April und Juni, waren im November noch alle am Leben und gasproduktionsfähig, mit Ausnahme von nur einer Kultur No. 1 vom Januar. Im großen ganzen kann man sagen, daß derartige Kulturen nach 10 Monaten noch aktive Bakterien enthalten.

Als Kohlenstoffquelle können außer milchsaurem Kalzium auch Zuckerarten dienen. Die Monosaccharide, wie Galaktose, Dextrose und Laevulose, werden durch alle Stämme angegriffen unter Säurebildung, während bisweilen Gasentwicklung nebenbei stattfindet. Die Disaccharide, Laktose und Maltose dagegen werden durch einzelne Stämme nicht, durch andere aber wohl verwendet, aber dann immer unter Gasentwicklung und Säurebildung. Rohrzucker wird aber nicht durch einen der 5 Stämme aufgenommen.

Die Gärung tritt in Flüssigkeiten mit Kohlehydraten ab und zu noch 1 Monat nach der Impfung auf; gewöhnlich dauert sie aber nicht lange. Ein Kölbchen mit 50 ccm einer wässrigen Nährflüssigkeit, enthaltend

2 % Pepton  
 $\frac{1}{2}$  % NaCl  
 0,2 % Bikalziumphosphat  
 5 Tropfen einer konzentrierten  $CaCl_2$ -Lösung  
 $\frac{1}{2}$  % Galaktose

und geimpft mit Stamm No. 1, darauf luftleer gepumpt und zugeschmolzen, enthielt 17 Tage darauf ein Gasgemenge, bestehend aus Wasserstoff, Kohlensäure und Stickstoff, also dieselbe welche in der Pepton-Kalziumlaktat-Lösung produziert werden. Die Säurebildung unterschied sich in letzterwähnter Flüssigkeit insofern, als außer Essigsäure auch noch nicht flüchtige Säure gebildet wurde.

Wurde die Galaktose ersetzt durch Dextrose und geimpft mit Stamm No. 3, so blieb jede Gasbildung aus, und es kam nach 17 Tagen keine Essigsäure in der Flüssigkeit vor, sondern bloß nichtflüchtige Säure. Offenbar besteht also eine Beziehung zwischen der Gärung und Essigsäurebildung. Vielleicht zersetzt sich das Molekül Galaktose oder milchsaures Kalzium, wenn durch das Ferment Sauerstoff entzogen wird, unter Bildung von  $CO_2$ ,  $H_2$  und  $CH_3COOH$ .

Die Menge der Säure, welche in der Flüssigkeit mit Monosacchariden gebildet wird, wechselt zwischen 25 bis 43 ccm  $\frac{1}{10}$  norm. pro 100 ccm, und wenn in einzelnen Fällen Essigsäure entsteht, beträgt diese Menge etwa  $\frac{1}{8}$  der totalen Säureproduktion. In dem nicht flüchtigen Teile kommen Säuren vor, welche löslich sind in Äther und optisch aktive Zinksalze bilden; Milchsäure fehlt aber darin.

Der Einfluß, welchen der Sauerstoff auf die Gärung ausübt, wird durch den folgenden Versuch demonstriert:

Am 11. August 1915 wurden anaerobe und aerobe Kulturen in der Pepton-Kalziumlaktat-Lösung angelegt von verschiedenen Bakterienstämmen, die

von diversen Käsen stammten. Die zugeschmolzenen und luftleer gepumpten Röhrrchen zeigen schon nach einigen Tagen Gärung, während bei den Kulturen in offenen Reagenzröhrrchen die Erscheinung bei einem Stamme erst nach 6 Tagen auftritt und Kulturen 2 anderer Stämme sogar nach 10 Tagen noch keine Gasbläschen zeigen. Obwohl also der Sauerstoff die Gasbildung nicht vollständig unterdrückt, geht doch wohl hieraus hervor, daß derselbe, namentlich bei Stämmen mit schwachem Gärungsvermögen, in ungünstiger Weise einwirkt. Bezüglich des Wachstums in Beziehung zur Temperatur ist zu bemerken, daß 21° C. für die Bakterie ein günstiger Wärmegrad genannt werden kann. Höhere Temperaturen befördern das Wachstum, niedrigere dagegen hemmen das Wachstum bedeutend; so trat in anaëroben Kulturen, welche im Keller bei 10½ bis 12¾° C. aufbewahrt wurden, erst nach 18 Tagen Wachstum ein.

Die Tötungstemperatur dieses Mikroorganismus wurde bestimmt in Röhrrchen, gefüllt mit der Pepton-Kalziumlaktat-Lösung, welche darauf geimpft, luftleer gepumpt und zugeschmolzen wurden, durch Eintauchen in Wasser während 10 Minuten bei verschiedenen Temperaturen. Darauf wurden die Kulturen im Thermostat bei 21° C. aufgestellt.

In auf 50° C. erhitzten Kulturen erfolgte Wachstum nach 9 Tagen; wurde die Erhitzung gesteigert bis 53° C., so blieb sogar nach 20 Tagen jede Gärung aus. Unter diesen Umständen lag also die Tötungstemperatur zwischen 50 und 55° C.; die Bakterie stirbt also bei verhältnismäßig niedriger Temperatur ab.

Mit Rücksicht auf das Verhalten dieser Bakterie im Käse wurde der Einfluß verschiedener Mengen von Kochsalz und Milchsäure als Zusatz zu der Pepton-Kalziumlaktat-Lösung auf das Wachstum studiert:

Am 12. April 1915 wurde eine Reihe von Reagenzröhrrchen, jedes enthaltend 10 ccm der Lösung und wechselnde Mengen Kochsalz und verdünnte Milchsäure, geimpft mit verschiedenen Stämmen des Ferments, und zwar jeder einzeln. Nach Entfernung des Sauerstoffes und Zuschmelzen wurden die Röhrrchen bei 21° C. hingestellt. Es wurde jetzt kontrolliert, inwiefern Wachstum in diesen Kulturen auftrat. Untenstehende Tabellen geben die Ergebnisse des Versuchs wieder; das Zeichen + darin gibt an, daß Gärung an dem erwähnten Datum auftrat; das Zeichen — heißt, daß jede Gärung ausblieb:

#### Einfluß des Kochsalzes.

##### Röhrrchen mit Bakterie Stamm No. 1.

Zugesetzte Kochsalzmenge	Datum der Beobachtung
2 %	17. April 1915 +
3 %	19. April 1915 +
4 %	22. April 1915 + schwach
5 %	30. April 1915 —

##### Röhrrchen mit Bakterie Stamm No. 3.

2 %	19. April 1915 +
3 %	19. April 1915 +
4 %	28. April 1915 +
5 %	30. April 1915 —

Rechnet man dazu die Menge Kochsalz, welche die Kulturflüssigkeit schon enthielt, nl. ½ Proz., so folgt daraus, daß die äußerste Salzkonzentration, welche für die Gasbildung noch zulässig ist, etwa 4½ % beträgt.

**Einfluß der Milchsäure.****Röhrchen mit Bakterie Stamm No. 1.**

Zugesetzte Milchsäuremenge	Datum der Beobachtung
0,1 %	17. April 1915 +
0,3 %	22. April 1915 +
0,5 %	30. April 1915 —
0,7 %	30. April 1915 —

**Röhrchen mit Bakterie Stamm No. 3.**

0,1 %	17. April 1915 +
0,3 %	27. April 1915 +
0,5 %	30. April 1915 —
0,7 %	30. April 1915 —

**Einfluß von Kochsalz und Milchsäure.****Röhrchen mit Bakterie Stamm No. 1.**

Die Flüssigkeit enthält 0,1 % Milchsäure.

Zugesetzte Kochsalzmenge	Datum der Beobachtung
3 %	19. April 1915 +
5 %	30. April 1915 —
7 %	30. April 1915 —

Die Flüssigkeit enthält 0,2 % Milchsäure.

3 %	27. April 1915 +
5 %	30. April 1915 —
7 %	30. April 1915 —

**Röhrchen mit Bakterie Stamm No. 3.**

Die Flüssigkeit enthält 0,1 % Milchsäure.

Zugesetzte Menge Kochsalz	Datum der Beobachtung
3 %	19. April 1915 +
5 %	30. April 1915 —
7 %	30. April 1915 —

Die Flüssigkeit enthält 0,2 % Milchsäure.

3 %	27. April 1915 +
5 %	30. April 1915 —
7 %	30. April 1915 —

Aus diesen Tabellen ersieht man, daß einschließlich des  $\frac{1}{2}$  Proz. NaCl, das schon in der Flüssigkeit vorhanden ist, die Salzkonzentration in saurem Milien wenigstens  $3\frac{1}{2}$  Proz. betragen konnte. Weitere Versuche, die in dieser Richtung gemacht wurden, ergaben, daß beim Zusatz von 0,1 Proz. Milchsäure nach 21 Tagen noch Gärung eintrat bei einer  $4\frac{1}{2}$  proz. Salzkonzentration, und nach einem Monat sogar bei einem  $5\frac{1}{2}$  proz. Kochsalzgehalte. In Gelatine, hergestellt mit der Pepton-Kalziumlaktat-Lösung, ist die Resistenz der Bakterie gegen Kochsalz bedeutend geringer.

Am 10. Januar 1916 wurden Röhrchen mit diesem Nährboden und  $3\frac{1}{2}$ , resp.  $4\frac{1}{2}$  Proz. NaCl mit 3 verschiedenen Stämmen geimpft, und zwar jedes für sich. Bis zum 24. Februar war in keiner dieser anaëroben Kulturen Wachstum eingetreten.

Eine Kochsalzkonzentration, welche in der Flüssigkeit vertragen wird, veranlaßt also in Gelatine Hemmung jeder Entwicklung.

Da aus der Gasanalyse hervorging, daß Wasserstoff in nicht unbedeutender Menge vorhanden war, wurden die reduzierenden Eigenschaften der Bakterie gegenüber den Salzen geprüft, welche leicht ihren Sauerstoff abgeben, wie Kaliumnitrat, Natriumnitrit und Kaliumchlorat.

Am 15. Mai wurden Röhrchen mit Pepton-Kalziumlaktat-Lösung, welche 0,03 und 0,05 Proz. KNO<sub>3</sub> enthielt, nach der Impfung luftleer ge-

pumpt, zugeschmolzen und bei 21° C. hingestellt. 4 Tage später war in allen Kulturen Gärung aufgetreten. Nitrite waren nachweisbar, jedoch blieb nach Behandlung der Flüssigkeit mit Harnstoff und Schwefelsäure die Diphenylaminreaktion aus, wonach also Nitrate fehlen. Sogar 10 Tage nach der Impfung bleibt dieser Zustand fortbestehen. Reduktion des Kaliumnitrates bzw. Nitrites findet also verhältnismäßig früh statt, aber eine weitere Zersetzung der Nitrite scheint in diesem Fall langsamer vor sich zu gehen. In der entsprechenden Gelatine geschieht dasselbe, nur verläuft die Reduktion alsdann in einem weniger schnellen Tempo.

Sind aber nur Nitrite in der Flüssigkeit vertreten, so findet vollständige Reduktion darin bis zum vollkommenen Verschwinden statt. Das Verhalten des Fermentes dem Natriumnitrit gegenüber wird durch folgendes illustriert:

Vom 20. April bis 24. April wurden Röhren mit Pepton-Kalziumlaktat-Lösung, welche 0,03 Proz. und 0,05 Proz.  $\text{NaNO}_2$  enthielten, mit den Stämmen 1, 2 und 3, geimpft, jeder für sich, darauf wurden sie luftleer gepumpt, zugeschmolzen und bei 21° C. hingestellt.

Am 1. Mai trat Gärung in den Röhren mit 0,03 Proz.  $\text{NaNO}_2$  ein, das mit Stamm No. 3 geimpft worden war, und 3 Tage später in demjenigen mit 0,05 Proz. desselben Stammes. Am 7. Mai fehlte Nitrit in beiden Röhren. Am 8. Mai entstand Gärung in der Kultur mit 0,03 Proz. Nitrit von No. 1 und am 10. in derjenigen von No. 2. Die Untersuchung vom 10. Mai zeigt, daß in keinem der Röhren Nitrit mehr vorkommt. Am 14. Mai vergären die Kulturen mit 0,05 Proz. der Stämme 1 und 2, während am nächsten Tage in beiden Nitrit in mehr oder weniger starken Spuren nachzuweisen ist. Es geht hieraus hervor, daß bei Anwesenheit von  $\text{KNO}_3$  oder  $\text{NaNO}_2$  die Gasbildung nicht erst auftritt, wenn diese Salze vollständig reduziert sind. Namentlich bei den Nitriten, obgleich diese in geringer Menge gänzlich reduziert werden, scheint für diese Bakterie der Sauerstoff nicht lockerer gebunden zu sein, als beim Kalziumlaktat, so daß neben dem Nitrit auch das milchsaure Salz angegriffen wird und Gärung entsteht. Diese wird ja, angesichts der Reduktionserscheinungen, erklärt werden müssen durch die Entziehung des Sauerstoffes beim Kalziumlaktat, weshalb dieses unter  $\text{CO}_2$ - und  $\text{H}_2$ -Bildung zerfällt.

Das Verhalten des Fermentes dem Kaliumchlorat gegenüber stimmt überein mit demjenigen der vorerwähnten sauerstoffhaltigen Salze. Auch wenn diese Verbindung der Pepton-Kalziumlaktat-Lösung zugesetzt wird, entsteht nach einiger Zeit Gärung.

Der Einfluß, welchen die genannten Salze im Käse ausüben, ist ähnlich dem, was wir in den Kulturen beobachten, wie die folgenden Versuche beweisen:

Am 20. Mai 1915 wurden aus  $\pm$  50 l pasteurisierter Milch der Versuchsmolkerei 2 Käse bereitet, gezeichnet C XVIII und BS 18 S.

C XVIII enthält:

30 ccm einer Reinkultur eines Milchsäurefermentes in Milch,

3 ccm einer Reinkultur des Stammes No. 1 in Pepton-Kalziumlaktat-Lösung.

BS 18 S enthält:

30 ccm derselben Reinkultur des Milchsäurefermentes,

3 ccm derselben Reinkultur No. 1,

12½ g  $\text{KNO}_3$ .

Die Käse wurden am 29. Mai durchgeschnitten.

C XVIII ist alsdann ein ausgesprochener „Knyper“ mit vielen Boekelrissen.

BS 18 S ist vollständig geschlossen; Nitrate sind noch vorhanden, Nitrite aber fehlen.

21. Mai 1915. Aus 50 l pasteurisierter Milch der Versuchsmolkerei wurden 2 Käse hergestellt, gezeichnet C 19 und BS 19 S.

C 19 enthält:

30 ccm Reinkultur eines Milchsäurefermentes in Milch,  
2 ccm Reinkultur in Pepton Kalziumlaktat-Lösung von Stamm No. 2.

BS 19 S enthält:

30 ccm Reinkultur des Milchsäurefermentes in Milch,  
2 ccm derselben Kultur von No. 2,

12½ g KNO<sub>3</sub>.

Am 11. Juni 1915 wird C 19 durchgeschnitten und zeigt sich „knyperig“. 4 Tage danach geschieht dasselbe mit BS 19 S. Dieser ist gleichfalls „knyperig“; Nitrate und Nitrite sind nicht nachweisbar.

25. Mai 1915. Aus 50 l pasteurisierter Milch der Versuchsmolkerei wurden 2 Käse, gezeichnet C 20 und SBS XX, gemacht.

C 20 enthält:

30 ccm Reinkultur in Milch des Milchsäurefermentes,  
1 ccm Reinkultur in Pepton-Kalziumlaktat-Lösung von Stamm No. 3.

SBS XX enthält:

30 ccm Reinkultur des Milchsäureferments,  
1 ccm derselben Kultur von Stamm No. 3,

12½ g KNO<sub>3</sub>.

Am 11. Juni wird C 20 durchgeschnitten; er ist ein richtiger „Knyper“ geworden. SBS XX, aufgeschnitten am 24. Juni, ist gänzlich geschlossen. Nitrate sind noch anwesend, aber Nitrite fehlen.

Diese Versuche ergeben verschiedene Folgerungen: Es geht daraus hervor, daß die Gasbildung ausbleibt, solange noch Salpeter im Käse vorhanden ist, wie die Käse vom 20. u. 25. Mai zeigen. Ist dieser aber reduziert und der Sauerstoff vollständig verbraucht, so tritt Gärung ein, wie der Käse vom 21. Mai beweist. Die Erscheinung ist also die gleiche, wie in den Kulturen. Außer diesem Einblick in die Reduktionserscheinungen dieser Bakterie geben die Käse gleichfalls eine Andeutung über eine Tatsache, welche man in der Praxis der Käsebereitung konstatiert hat. Man ist da nämlich der Meinung, daß, wenn Boekelrisse im hohen Grade auftreten, der Fehler Veranlassung gibt zur Bildung von „Knypers“. Wenn also viel Gas entwickelt ist, oder, m. a. W., eine besonders starke Infektion der Milch mit dem Fermente stattfand, würden „Knypers“ entstehen. Wie aber aus obigen Versuchen folgt, ist diese Ansicht wohl begründet. Die dort verwendeten Kulturmengen des Fermentes waren viel zu groß, und es haben sich infolgedessen „Knypers“ gebildet. Dabei ist in Betracht zu ziehen, daß die Pasteurisation der Milch während 10 Minuten auf 70—72° C. die Käse bedeutend bröcklicher macht, was die Bildung von „Knypers“ nicht wenig fördert. Was den Einfluß des Kaliumchlorates anbetrifft, so ist dieser ähnlich wie beim Nitrat. Setzt man zur Käsemilch, anstatt Nitrat, KClO<sub>3</sub> zu, so treten dieselben Erscheinungen auf:

26. Mai 1915. Aus 50 l pasteurisierter Milch der Versuchsmolkerei werden 2 Käse bereitet, gezeichnet mit C 1 und KBS 1.

C 1 enthält:

30 ccm Reinkultur in Milch des Milchsäureferments,  
2 ccm Reinkultur in der Pepton-Kalziumlaktat-Lösung des Stammes No. 1.

KBS 1 enthält:

30 ccm der Reinkultur in Milch des Milchsäureferments,  
2 ccm derselben Reinkultur von No. 1,

7½ g Kaliumchlorat.

Am 11. Juni wird C 1 aufgeschnitten, und es zeigt sich ein richtiger „Knyper“. KBS 1, welcher 5 Tage später durchgeschnitten wird, ist unter der Rinde knyperähnlich; in der Mitte liegt ein sehr großer Boekelriß von ± 6 cm Länge.

27. Mai 1915. Aus 50 l pasteurisierter Milch der Versuchsmolkerei wurden 2 Käse bereitet, gezeichnet mit C II und BSK 2.

C II enthält:

30 ccm Reinkultur in Milch des Milchsäureferments,  
1 ccm Reinkultur in der Pepton-Kalziumlaktat-Lösung von Stamm No. 2.

**BSK 2 enthält:**

- 30 ccm Reinkultur in Milch des Milchsäureferments,
- 1 ccm derselben Reinkultur von No. 2,
- 7½ g Kaliumehlorat.

Am 26. Juni wird C II durchgeschnitten; der Käse ist unter der Rinde knyper-ähnlich, in der Mitte befinden sich Boekelrisse. BSK 2, welcher am 3. Juli durchgeschnitten wird, enthält einige unregelmäßige Löcher.

Auch bei diesen Käsen hat sich, trotz der Verwendung des Kaliumehlorats, Gas gebildet. Im allgemeinen kann also gesagt werden, daß, sobald dem Ferment kein locker gebundener Sauerstoff mehr zur Verfügung steht, dieser dem milchsäuren Kalzium (entstanden durch die Milchsäuregärung im Käse) entzogen wird, was die Bildung freien Wasserstoffes und von Kohlensäure zur Folge hat, welche Gase, je nach ihrer Menge und der Plastizität des Käseteiges, Veranlassung geben können zum Entstehen von Boekelrissen, runden oder unregelmäßigen Löchern oder „Knypers“.

Daß eine Übereinstimmung besteht zwischen der Zusammensetzung des Gases, wie dies durch das Ferment im Käse entwickelt wird, und desjenigen aus den Käsen der Praxis, geht aus der Analyse hervor. Als diesbezügliches Beispiel sei hier die Untersuchung des Gases von 2 verschiedenen Versuchskäsen, welche mit dem Ferment hergestellt wurden, mitgeteilt:

1. Gas aus einem Versuchskäse aus pasteurisierter Milch, welcher einen kleinen Knyperriß enthielt neben vielen großen Boekelrissen und runden Löchern. Es wurden über Wasser aufgefangen:

Totales Volumen des Gases . . . . .	27,8 ccm
Nach Absorption in KOH . . . . .	24,2 „
Kohlensäure . . . . .	3,6 ccm
Nach Absorption in Pyrogallol . . . . .	24,0 ccm
Sauerstoff . . . . .	0,2 ccm
Genommen vom Gasreste . . . . .	12,2 ccm
Nachgefüllt mit Luft bis . . . . .	65,0 „
Nach der Explosion . . . . .	50,6 „
Verschwunden . . . . .	14,4 ccm
Nach Absorption in KOH . . . . .	50,6 „
Kohlensäure . . . . .	0,0 ccm
Also Methan abwesend.	
Wasserstoff . . . . .	9,6 ccm

Da der Sauerstoff aus zufällig beigemischter Luft herrühren muß (in Käse kommt, wie gesagt, Sauerstoff nicht vor), so verringert sich das ganze Volumen um 1 ccm, und es besteht das Gas aus

3,6 ccm CO<sub>2</sub>  
18,9 ccm H<sub>2</sub>  
4,3 ccm N<sub>2</sub>

Die Analyse des Gases eines zweiten Käses, welcher gleichfalls ein kleiner „Knyperriß“ war mit vielen großen Boekelrissen und runden Löchern, lieferte:

1,7 ccm CO<sub>2</sub>  
10,4 ccm H<sub>2</sub>  
4,6 ccm N<sub>2</sub>

Beide Gasgemengen stimmen, wie ersichtlich, überein mit denjenigen aus den Käsen der Praxis und ebenso mit denjenigen aus den Kulturen in der Pepton-Kalziumlaktat-Lösung, nur bei den letzteren mit dem Unterschiede, daß verhältnismäßig mehr Stickstoff und weniger Kohlensäure vorhanden ist.

Daß die Buttersäurefermente bei der Bildung der runden Löcher und Boekelrisse keine Rolle spielen, geht daraus hervor, daß es uns nicht gelang, jene Bakterien aus den Käsen nach der Methode zu isolieren, die seinerzeit bei unseren Untersuchungen nach der Ursache der Entstehung von „Knypers“ angewendet worden ist.

*Nachdruck verboten.*

## Über Bakterien, welche die fraktionierte Sterilisation lebend überdauern.

[Arbeiten aus dem landw.-bakteriol. Institut der Universität Göttingen.]

Von Elisabeth Eckelmann.

Mit 6 Kurven und 2 Tafeln.

### Einleitung.

Einen Stoff bakterienfrei zu machen, gelingt z. B. mit Hilfe der Sterilisation durch Hitze, d. h. einer Erwärmung auf mehr oder minder hohe Temperatur. Im Laufe der Zeit haben sich, entsprechend den verschiedenen Eigenschaften der einzelnen Bakterienformen, mehrere solche Sterilisationsmethoden herausgebildet. Den meisten ist gemeinsam, daß man die zu sterilisierenden Substanzen der Einwirkung heißen Wasserdampfes aussetzt; denn es hat sich herausgestellt, daß ganz allgemein feuchte Hitze viel leichter lebendiges Plasma schädigt, als trockene.

Am einfachsten ist es natürlich, wenn man bei der Sterilisation den Wasserdampf ohne weiteres so benutzen kann, wie er sich beim Sieden des Wassers bildet, d. h. strömenden Wasserdampf von einer Temperatur von höchstens 100° C. Vegetative Bakterienzellen werden bei einer Behandlung mit solchem Wasserdampf binnen kurzer Zeit getötet. Bei allen denjenigen Formen, die keine Sporen bilden, wird also eine einmalige Sterilisation bei 100°, oder sogar bei tieferer Temperatur eine völlige Abtötung gewährleisten. Die Bakterien s p o r e n sind weit widerstandsfähiger. Immerhin werden sie bei vielen Arten getötet, wenn man die Dauer der Sterilisation bei 100° auf etwa 20 Minuten ausdehnt. Bei anderen Formen versagt diese Behandlung indessen vollkommen. Man kann ihre Sporen stundenlang dem strömenden Wasserdampf aussetzen, ohne daß sie die Keimkraft verlieren.

Hier greifen die beiden anderen Sterilisationsmethoden an: die fraktionierte Sterilisation und die Sterilisation unter Druck. Die letztere ist in der Technik, z. B. in der Konservenfabrikation, allgemein in Gebrauch. Prinzipiell unterscheidet sie sich von der einfachen Sterilisation nicht. Wie diese geht sie den direkten Weg, d. h. sie sucht alles vorhandene Bakterienmaterial auf einmal zu töten, gleichgültig, ob Sporen oder vegetative Zellen. Nur wird, mit Rücksicht auf die große Resistenz vieler Sporen, die Temperatur während des Sterilisationsprozesses höher gewählt, und zwar erzielt man die gewünschte Temperatur mit Hilfe von gespanntem Dampf im Autoklaven.

Ganz anders die fraktionierte Sterilisation. Sie fußt auf der schon erwähnten Tatsache, daß vegetative Zellen schon bei 100° in kürzester Zeit getötet werden. Man wiederholt deshalb die einfache Sterilisation im strömenden Dampf an 3 aufeinanderfolgenden Tagen, in der Annahme, daß innerhalb dieser Zeit nach und nach alle ursprünglich vorhandenen Sporen ausgekeimt und die vegetativen Zellen dann einer einfachen Sterilisation zugänglich wären. Dieses Verfahren wird in der Laboratoriumspraxis vielfach angewandt.

Es gibt indessen Fälle, wo auch diese beiden verbesserten Sterilisationsmethoden versagen. Oft genug finden sich in den Konservenindustrien verdorbene Büchsen, meistens schon äußerlich daran kenntlich, daß sie „bombieren“, d. h. daß sie infolge von Gasentwicklung aufgetriebene Wandungen zeigen. Und wenn es sich dabei auch vielfach um Verunreinigungen infolge



von fahrlässiger Behandlung oder um mangelhafte Ausführung der Sterilisation handelt, so hat man doch verschiedentlich auch Bakterien von ungewöhnlicher Resistenz isolieren können. Das waren dann Formen, deren Sporen der angewandten Drucksterilisation — meistens einer solchen von 20 Minuten Dauer bei ca. 120° — Widerstand geleistet hatten.

Mit der Untersuchung derartiger Bakterien hat man sich schon des öfteren beschäftigt. Globig (8) untersuchte z. B. die Tötungszeit für den von ihm entdeckten roten Kartoffelbacillus, *Bacillus mesentericus ruber*, und gab darüber u. a. folgende Daten.

Die Sporen wurden getötet im gespannten Dampf:

Bei 109—113°	nach 45 Minuten,
„ 113—116°	„ 25 „
„ 122—123°	„ 10 „
„ 126°	„ 3 „

Christen (3) berichtet gleichfalls über solche Untersuchungen bei einer größeren Anzahl von Arten, die er auch genauer bestimmt. Er macht recht eingehende Mitteilungen über die Morphologie der betreffenden Bakterien, sowie besonders über deren Wachstum auf einer Anzahl verschiedener Nährböden. Zum Teil fand er äußerst widerstandsfähige Sporen. Nachfolgend einige Daten.

Die Sporen einiger sehr widerstandsfähiger Formen wurden getötet:

Bei 105—110°	in 2—4 Stunden,
„ 115°	„ 30—60 Minuten
„ 120°	„ 5—15 „
„ 125—130°	„ 5 „
„ 135°	„ 1 Minute.

Wie zu erwarten war, ist die Tötungstemperatur also stets eine Funktion der Zeit. Ähnliche Untersuchungen machten v. Es m a r c h (6) und C. v o n W a h l (13). Sie gingen außerdem zum erstenmal auf Schwankungen in der Resistenz ein und beschäftigten sich auch mit der Bedeutung des Mediums für die Widerstandsfähigkeit der Sporen. Dabei machten sie die interessante Feststellung, daß Antrocknen auf Erde die Resistenz günstig beeinflusst.

Dagegen war es zu Untersuchungen über Formen, welche der fraktionierten Sterilisation widerstehen, bisher noch nicht gekommen, und das Problem, ob sich diese Bakterien bei Anwendung von strömendem Wasserdampf von nicht mehr als 100° irgendwie unschädlich machen ließen, war noch völlig ungelöst.

Das sind die Fragen, mit denen sich die vorliegende Arbeit beschäftigen will.

Zunächst hatte ich zu fragen:

Warum versagt die fraktionierte Sterilisation?

Da sie eine Methode ist, welche den Verhältnissen der Bakterienkeimung besonders angepaßt ist, mußten es irgend welche Abweichungen bei dieser Keimung sein, die sie in den mir vorliegenden Fällen unwirksam machten. Die Vermutung lag nahe, daß entweder die Keimung der alten Sporen nach 3 Tagen noch nicht beendet wäre, oder daß schon innerhalb 24 Stunden neue Sporen gebildet würden. Sollte sich eine dieser Annahmen als richtig erweisen, so mußte ich zweitens die Frage anschließen:

Wie läßt sich die fraktionierte Sterilisation abändern, um ganz allgemein eine Abtötung aller Bakterien zu gewährleisten?

Von großer Wichtigkeit war ferner die Beschaffung des Versuchsmaterials.

Da nach den Untersuchungen von C. v o n W a h l Erde anscheinend irgendwelche die Resistenz fördernden Eigenschaften hat, lag die Vermutung nahe, daß sich infolgedessen überhaupt in der Erde viele schwer sterilisierbare Bakterien finden würden. Auf Grund dieser Überlegung hatte man

im hiesigen Institut Versuche mit Nährlösungen gemacht, die mit Erde beimpft waren, und war dabei zu dem Ergebnis gekommen, daß solche Aufschwemmungen der fraktionierten Sterilisation widerstanden. Erde ist also anscheinend besonders reich an Bakterien, bei denen die fraktionierte Sterilisation versagt; ich werde sie im weiteren Verlauf dieser Arbeit als „schwer sterilisierbar“ im engeren Sinne bezeichnen. Deshalb habe ich mir das nötige Material überwiegend aus Erdboden verschafft. Dabei war dann noch festzustellen, ob in allen Bodenarten solche „schwer sterilisierbaren“ Bakterien vorkommen, und von systematischem Interesse war es, ob etwa diese Bakterien auch in weit getrennten Gebieten und sehr verschiedenen Bodenarten einem engen Verwandtschaftskreise angehören sollten. Schwer sterilisierbare Bakterien, die sich an anderen Orten fanden — in Milch war das verschiedentlich der Fall —, waren natürlich auch mit in den Kreis der Untersuchungen zu ziehen.

Mein Arbeitsplan im Einzelnen ergibt sich nach der oben von mir dargelegten Fragestellung: Zunächst beschaffte ich das erforderliche Material, isolierte die Bakterien in Reinkulturen und charakterisierte sie morphologisch wie physiologisch. Dann suchte ich Einblick in den Entwicklungsverlauf der vorliegenden Bakterien zu bekommen, insbesondere in die Verhältnisse der Keimung und Sporenbildung. Vor allen Dingen mußte ich klarlegen, nach welcher Zeit die Keimung eintrat, und innerhalb welchen Zeitintervalls sich die Bildung der Sporen vollzog. Endlich nahm ich, auf den Ergebnissen dieser Versuche fußend, systematisch Abänderungen der fraktionierten Sterilisation vor, um eine Methode zu finden, die in jedem Falle Abtötung der gesamten vorhandenen Bakterien sichert. Endlich suchte ich, von C. v. W a h l s Erdversuchen ausgehend, festzustellen, welchen Einfluß die Wahl des Mediums auf die Resistenz, bzw. Keimung der Sporen hat.

#### Ausgangsmaterial.

Zu Beginn meiner Untersuchungen entnahm ich Erdproben von dem zum landwirtschaftlich-bakteriologischen Institut in Göttingen gehörigen Ackerland, gutem Lehm Boden, etwa 10 cm unter der Oberfläche; außerdem von einem dort befindlichen Komposthaufen aus derselben Tiefe. Weiter bleibt bei fraktionierter Sterilisation von Milch stets ein mehr oder minder beträchtlicher Teil der Reagenzgläser unsteril. Derartige zersetzte Milch verwandte ich auch als Ausgangssubstanz. Wie die betreffenden schwer sterilisierbaren Bakterien in die Milch gelangen, ist mir nicht bekannt. Wahrscheinlich geraten sie vom Dünger oder Futter oder von der Hand der Melkenden die ja während der ländlichen Tagesarbeit vielfach mit Erde in Berührung kommt, an das Euter und von dort in die Milch.

Mit kleinen Mengen dieser 3 Substanzen impfte ich Röhrchen mit steriler Fleischbrühe (1 % Peptonzusatz). Dann sterilisierte ich die geimpften Reagenzgläser an 3 aufeinanderfolgenden Tagen 20 Min. lang im strömenden Dampf. In der Zwischenzeit wurden die Röhren bei Zimmertemperatur aufbewahrt. Ein Versuch, sie bei höherer Temperatur zu halten, um dadurch die Keimung zu beschleunigen, mißlang hier, wie auch später bei Reinkulturen, da das Wachstum dann sofort mit solcher Lebhaftigkeit einsetzte, daß es vollkommen ausgeschlossen war, sie noch steril zu bekommen. Es ist ja eine schon des öfteren festgestellte und auch von mir nachgeprüfte Tatsache, daß eine Sterilisation unmöglich wird, sobald das Bakterienwachstum einmal einen

ziemlich beträchtlichen Grad erreicht hat. Nach später zu erwähnenden Versuchsergebnissen ist wohl anzunehmen, daß es dann unter dem Einfluß der verschlechterten Ernährungsverhältnisse, wenigstens bei einem Teil der Bakterien, schon zur Sporeneubildung kommt. Und selbst die geringste Sporenzahl genügt ja bei schwer sterilisierbaren Formen, um jeden Sterilisationsversuch ergebnislos verlaufen zu lassen.

Nach der fraktionierten Sterilisation brachte ich die Röhrrchen im Brutzimmer auf eine Temperatur von 35°. Schon am folgenden Tage war lebhaftes Wachstum schwer sterilisierbarer Bakterien eingetreten; makroskopisch erkennbar an Trübungen und Kahmbildung. Von diesen Röhrrchen ausgehend, stellte ich dann durch wiederholtes Umimpfen auf Platten Reinkulturen her. Nach 5 Monaten — ich stelle dies Zeitintervall fest, weil es für meine späteren Ausführungen wesentlich ist, — zog ich auch noch andere, möglichst verschiedene Erdsorten zur Untersuchung heran, und zwar gleichfalls in der oben angegebenen Weise.

Ich benutzte:

**I. aus der Umgebung von Osnabrück:**

1. Lehm aus einem Kalksteinbruch,
2. schweren Ackerboden, Oberfläche,
3. Sand von einem unbewachsenen Heidewege,
4. Sand vom Rande eines Nadelwaldes,
5. Humusboden aus demselben Nadelwalde,
6. Humusboden aus Laubwald,
7. moorigen Boden (Weideland);

**II. aus der Umgegend von Nienburg a. W.**

8. und 9. Wesermarsch,
10. Bruch;

**III. aus der Umgebung von Oldenburg:**

11. Geest (Weideland),
12. Geest (Ackerboden),
13. Marsch (Weideland),
14. anmoorige Marsch (Weideland),

Endlich zog ich noch

15. eine Bodenprobe von Ackerboden des Instituts heran, die seit 1903 trocken aufbewahrt worden war, um festzustellen, ob das Alter von Einfluß auf die Sterilisierbarkeit von Sporen ist, und

16. isolierte ich Bakterien aus einem weiteren verdorbenen Milchröhrrchen.

Tatsächlich ergaben sich wesentliche Unterschiede. Als vollkommen frei von schwer sterilisierbaren Bakterien erwiesen sich auch bei wiederholten Kontrollversuchen bei makroskopischer und mikroskopischer Untersuchung — letztere nach 32 Tagen — die Bodenproben No. 3, 5 und 11. Worin das begründet liegen könnte, entzieht sich meiner Kenntnis. Meine ursprüngliche Vermutung, daß die betreffenden Böden saurer sein möchten als die anderen, erwies sich als nicht stichhaltig. Sandboden ist ja an sich bakterienarm, es hätte auch noch ganz verständlich sein können, daß Sand, auf dem gar keine Vegetation vorkommt, (3), auch in bezug auf Bakteriengehalt versagt, mehr als ein anderer Sandboden (4). Dagegen ist es doch auffallend, daß dieser zweite Sandboden schwer sterilisierbare Bakterien liefert, während der dicht benachbarte Humusboden aus Nadelwald frei davon ist.

Sehr reich an Bakterien war übrigens auch der Sandboden No. 4 nicht. Makroskopisch und mikroskopisch ließ sich erst am 9. Tage nach der Sterilisation etwas stärkeres Wachstum nachweisen. Vereinzelte Stäbchen waren schon seit dem zweiten Tage aufgetaucht. Daß es sich um eine Folge geringerer Sporenzahl in der Flüssigkeit und nicht etwa um verspätete Keimung handelte, geht auch daraus hervor, daß bei späteren Uimpfungen mit größerer Sporenmenge das Bakterienwachstum viel früher makroskopisch wahrnehmbar wurde. Da in diesem Falle die Menge des Ausgangsmaterials an Sporen bedeutend größer war, hatten die Teilungen auch schneller so weit fortschreiten können, daß mit bloßem Auge die Anwesenheit der Bakterien festgestellt werden konnte.

Ebenfalls bakterienarm waren die Bodenarten No. 6 und No. 14, die erst am 9. Tage, No. 7, die am 8. Tage, No. 10 und No. 13, die am 6. Tage in der Nährlösung makroskopisch deutlich wahrnehmbares Wachstum zeigten.

#### Nährsubstrate.

Bei Sterilisationen benutzte ich zuerst immer die erwähnte Fleischbrühe mit Peptonzusatz; bei solchen in festem Nährboden dieselbe Fleischbrühe mit 10 Proz. Gelatinezusatz. Es ergab sich jedoch, wie schon bei früheren, im hiesigen Institut gemachten Untersuchungen (5), daß Gelatine die Keimung sehr zurückhält, so daß dadurch bei Zählungen eine starke Fehlerquelle in die Resultate hineingebracht wurde. Da ich es außerdem vielfach mit verflüssigenden Bakterien zu tun hatte, zog ich später verschiedene Agarnährböden vor. Die Fleischbrühe mußte ich im Sommer 1916 durch Hefewasser (5—10 Proz.) ersetzen, weil infolge des Fleischmangels nicht die erforderlichen Mengen Fleischbrühe zu beschaffen waren. Da sich aber bei Parallelversuchen mit Hefewasser und Fleischbrühe keine Unterschiede im Wachstum ergaben, kann ich die mit beiden Nährböden erzielten Ergebnisse wohl als gleichwertig ansehen.

Zur physiologischen Untersuchung der einzelnen Bakterienformen verwandte ich verschiedene Substrate neben den schon erwähnten.

Außer 1—2 proz. Bouillon- und Molkenagar benutzte ich sogenannten Heydenagar, hergestellt unter Zusatz von Nährstoff Heyden:

12,5 g Agar,  
7,5 g Nährstoff Heyden,  
1 Liter Wasser.

Hesse und Niedner (9) haben bei Gelegenheit methodischer bakteriologischer Wasseruntersuchungen diesen Nährboden ganz besonders empfohlen. Sie haben darauf stets etwa 20mal so viel Kolonien bekommen wie auf anderen Nährböden. Ganz im Gegensatz zu diesen Erfahrungen sagte aber sowohl dieser Heydenagar, wie auch ein entsprechend hergestelltes Heydenwasser den vor mir untersuchten Bakterien gar nicht zu.

Die flüssigen Nährböden variierte ich durch Zusatz von 2 Proz. Harnstoff, bzw. 2 Proz. Zucker, um den Abbau dieser Stoffe durch die Bakterien zu studieren und so die einzelnen Bakterienarten voneinander zu unterscheiden. Dabei ergab sich, daß in Hefewasser mit Zuckerzusatz viele Bakterien zur Farbstoffbildung neigten, was die Charakterisierung wesentlich erleichterte.

Endlich zog ich die Bakterien auch noch auf gekochten Kartoffeln, die ich in kleine Stücke zerschnitten und in Reagenzgläsern sterilisiert hatte.

### Systematische morphologische und physiologische Untersuchung der isolierten Bakterien.

Es gelang mir, eine größere Anzahl schwer sterilisierbarer Bakterienformen zu isolieren, die aber alle einem engeren Verwandtschaftskreise anzugehören scheinen, da sich in wesentlichen Punkten ähnliche Eigenschaften nachweisen ließen. Ich habe die einzelnen Arten fortlaufend nummeriert. Als vollkommen identisch erwiesen sich aber Bakterien aus verschiedenen Böden im großen und ganzen nicht. Nur No. 14 fand ich in den Böden No. 1, No. 2, No. 4, No. 9 und No. 12 und das Bacterium No. 20 in den Böden No. 8 und No. 13. No. 14 scheint also an den verschiedensten Stellen vorzukommen, während sich No. 20 ja beide Male im Marschboden findet.

Wo nichts anderes angegeben wird, sind die Züchtungen bei einer Temperatur von 30—35° im Brutzimmer vorgenommen worden; nur die Untersuchungen in Gelatine erfolgten bei Zimmertemperatur (18°), weil die Gelatine sich sonst verflüssigt.

Hängetrophenkulturen habe ich sowohl im Brutzimmer als bei Zimmertemperatur gezüchtet. An dieser Stelle werde ich nur über die ersteren berichten. Über die letzteren wolle man p. 164 nachlesen. Ich habe sie dort eingeordnet, weil sie für die Ergebnisse meiner Arbeit von grundlegender Bedeutung waren.

Blieb in irgendeinem Falle makroskopisch wahrnehmbares Wachstum aus, so nahm ich nach mehreren Wochen eine mikroskopische Untersuchung vor. Lieferte auch diese ein negatives Ergebnis, so wurden noch Kontrollversuche angesetzt, ehe ich die endgültigen Feststellungen machte.

Die ersten 13 Bakterien sind diejenigen, die ich 5 Monate länger untersuchte, als die anderen, die ich also aus hiesigem Boden und aus dem ersten Milchröhrchen isolierte. In dieser einen Milchprobe fand ich die Formen 7—13 einschließlich, also nicht weniger als 7 verschiedene Bakterien. Eine so große Zahl ist mir an keiner Stelle sonst wieder begegnet.

Bei der Beschreibung der einzelnen Formen wolle man die beigegebenen Tafeln vergleichen. Die Nummern bei den einzelnen Abbildungen sind dieselben wie in der systematischen Beschreibung.

Die Größenmessungen erfolgten an lebenden Bakterien, die Längenangaben beziehen sich auf die Entfernung zwischen 2 sichtbaren Querwänden.

#### 1.

##### Stäbchenform aus Komposterde.

1. Größe: 3  $\mu$  lang, 0,8  $\mu$  breit.
2. Hängetrophenkultur: Nach 3 Stunden ist ein Teil der Sporen gekeimt. Lebhaft bewegliche Einzelstäbchen mit abgerundeten Ecken durchqueren das Gesichtsfeld. Nach 19 Stunden hat die Beweglichkeit der Einzelstäbchen stark abgenommen. Zwischen ihnen liegen noch immer Sporen. Nach 24 Stunden finden sich neben schwach beweglichen Einzelstäbchen und zweigliedrigen Ketten vereinzelt längere Ketten mit bis zu 20 Gliedern, die unbeweglich sind. Großenteils haben sich in den Stäbchen Sporen gebildet. Die Sporen sind endständig, oval.
3. Bouillon: Nach einem Tage ist die ganze Flüssigkeit trübe, ohne daß Hautbildung stattgefunden hätte. Nach 3 Tagen hat sich ein weißlicher Kahl und ein Bodensatz entwickelt. Die Flüssigkeit ist jetzt klar.
4. Heydenwasser: Erst nach 1½ Wochen bildet sich eine stumpf weiße Haut. Die Flüssigkeit bleibt dauernd klar.
5. Hefewasser mit 2 Proz. Zucker: Es bildet sich eine feste, weiße Haut. In der fast klaren Flüssigkeit schwimmen einzelne Flocken.
6. Schrägagar:

- a) Heyden: Nach 1 Tage zeigt sich soeben beginnendes Wachstum in nächster

Nähe des Striches. Nach 4 Tagen hat sich eine dünne, weißliche, schmierige Schicht über die ganze Oberfläche des Nährbodens verbreitet.

b) Bouillon: Nach 1 Tage gleichmäßiges, kräftiges Wachstum dicht am Strich entlang. Nach 4 Tagen dick aufliegende, schmierige Verästelung.

#### 7. Stichkulturen:

a) Heydenagar: Nach 6 Tagen zeigt sich schwaches, büscheliges Wachstum dicht am Stichkanal entlang, aber erst etwas unterhalb der Oberfläche beginnend. Nach 10 Tagen ist der ganze Querschnitt 1 cm tief von feinen, horizontalen Verästelungen erfüllt. An der Oberfläche tritt konzentrisches Wachstum auf.

b) Gelatine: Nach 4 Tagen schwache Büschelbildung; am 7. Tage beginnt die Verflüssigung.

8. Gelatineplatten: Nach 6 Tagen sehr dichte, kleine, weiße Kolonien, die am 8. Tage verflüssigen.

Mikroskopisches Bild am 7. Tage: Unregelmäßige, aber scharf umrissene Kolonien mit kurzen Ausläufern. Die Mitte ist dunkler als der Rand.

9. Kartoffeln: Schwach rosa, schmierig; später gelblich.

### 2.

#### Stäbchenform aus Komposterde.

1. Größe: 2,5—3  $\mu$  lang, 0,7  $\mu$  breit.

2. Hängetropfenkultur: Nach 4 Stunden beginnt die Keimung, nach 19 Stunden liegen zahlreiche, ziemlich lange Ketten in dichtem Gewirr; dazwischen lebhaft bewegliche, abgerundete Einzelstäbchen. Nach 24 Stunden besteht Ähnlichkeit mit Form 1; es überwiegen jedoch die langen Fäden. Die Sporenbildung beginnt. Die Sporen sind endständig, oval.

3. Bouillon: Nach 1 Tage tritt eine leichte Trübung auf. Die Haut bildet noch keine zusammenhängende Decke, sondern schwimmt in einzelnen Fetzen auf der Oberfläche der Flüssigkeit. Nach 2 Tagen hängen von der zarten, fettglänzenden Kahlhaut dünne Schleier herab; außerdem hat sich ein Bodensatz gebildet. Die Flüssigkeit ist noch immer trübe. Nach 4 Tagen ist die Bouillon klar; im übrigen ist das Bild ungeändert.

4. Heydenwasser: Keinerlei Wachstum.

5. Hefewasser mit 2 Proz. Zucker: Es bildet sich eine dicke, gelbe Haut; die Flüssigkeit ist trübe.

6. Schrägagar:

a) Heyden: Wie Form 1.

b) Bouillon: Wie Form 1.

7. Stichkulturen:

a) Heydenagar: Wie Form 1.

b) Gelatine: Zuerst wie Form 1. Am 7. Tage tauchen aber einzelne Kolonien in allen Teilen des Nährbodens auf; dazu entstehen lebhaft Wucherungen auf der Oberfläche. Am 12. Tage beginnt die Verflüssigung.

8. Gelatineplatten: Nach 4 Tagen bilden sich besonders an der Oberfläche zahlreiche, kleine, feste Kolonien, die später weißgrau und verschwommen werden. Diese Form fängt erst am 14. Tage an, die Gelatine zu verflüssigen.

Mikroskopisches Bild am 7. Tage: Ein dunkler Kern ist von einem dichten Pelz von Ausläufern umgeben.

9. Kartoffeln: Wie Form 1.

Dieses Bacterium zeigt ja in vielen Punkten Übereinstimmung mit Form 1. Indessen schienen mir die Unterschiede — besonders unter 2, 5 und 8 — zu bedeutend, als daß ich beide hätte identifizieren mögen. Ähnlich ist die Sachlage bei den beiden folgenden Formen.

### 3.

#### Stäbchenform aus Komposterde.

Dieses Bacterium hat nur etwa  $\frac{2}{3}$  der Größe von Form 1, unterscheidet sich sonst aber nur wenig von ihr:

Auf Gelatineplatten neigt es zur Bildung sekundärer Kolonien. Darunter versteht man die Erscheinung, daß innerhalb einer Kolonie sich einzelne Zellen lebhaft vermehren und dadurch neue, kleine Kolonien ausbilden, die sich dann als „Knöpfchen“ von der Mutterkolonie abheben.

In Heydenwasser setzen nur einzelne kleine Kahlfetzen am Rande an.

In Hefewasser mit 2 Proz. Zucker tritt ein dicker, gelb und rot punktierter Kahl, sowie ein stark rosa gefärbter Bodensatz auf, bei gleichzeitiger Trübung der Flüssigkeit.

4.

**Stäbchenform aus Ackererde.**

Größe: 2—2,5  $\mu$  lang, 0,6  $\mu$  breit.

In Heydenwasser bleibt das Wachstum vollständig aus.

In Hefewasser mit 2 Proz. Zucker schwimmt nur wenig rein weißer Kahl auf der trüben Flüssigkeit.

Auf Gelatineplatten treten am 6. Tage große, dunkle Kolonien mit einem hellen Hof und einem Kranz feiner Ausläufer auf. Bald darauf beginnt die Verflüssigung.

5.

**Stäbchenform aus Ackererde.**

1. Größe: 2,5—3  $\mu$  lang, 0,6  $\mu$  breit.

2. Hängetrophenkultur: Nach 3 Stunden noch gar keine Keimung. Auch nach 19 Stunden ist erst der kleinere Teil der Sporen gekeimt. Es sind nur bewegliche, zarte Einzelstäbchen vorhanden von besonders langer, schmaler Form. Nach 24 Stunden kommen außerdem gelegentlich kurze, unbewegliche Ketten vor. Nach 2½ Tagen findet Sporenbildung statt. Die Sporen sind endständig, länglich.

3. Bouillon: Am 2. Tage zeigt sich eine gleichmäßige, schwache Trübung, die allmählich stärker wird, eine Haut bildet sich nie.

4. Heydenwasser: Ebenso.

5. Hefewasser mit 2 Proz. Zucker: Die Flüssigkeit wird trübe und später zähflüssig. Schließlich bildet sich spärlich eine stumpf weiße Haut.

6. Schrägagar:

a) Heyden: Wie Form 1. Das Wachstum ist aber sehr schwach.

b) Bouillon: Ebenso.

7. Stichkulturen:

a) Heydenagar: Wachstum zeigt sich nur in nächster Nähe des Stichkanals, und auch da kaum wahrnehmbar.

b) Gelatine: Am Stichkanal zeigt sich gar kein Wachstum. Am 7. Tage bildet sich eine Haut. Am 12. Tage wird die Gelatine verflüssigt.

8. Gelatineplatten: Am 6. Tage bilden sich feste, weiße Kolonien, die am 11. Tage verflüssigen.

Mikroskopisches Bild am 7. Tage: Die Kolonien sind dunkel und fest. Sie zeigen eine sehr charakteristische Ausbildung: Nach allen Seiten strahlen scharf konturierte, spitze Fortsätze aus, so daß das Ganze eher das Aussehen eines Kristallaggregates als eines organischen Gebildes hat.

9. Kartoffeln: Der trockene, zuerst weiß rosa gefärbte Schorf wird später gelbrot.

6.

**Stäbchenform aus Ackererde.**

1. Größe: 1,6—2  $\mu$  lang, 0,7  $\mu$  breit.

2. Hängetrophenkultur: Nach 12 Stunden ist ein großer Teil der Sporen gekeimt. Die kurzen, gedrunghenen Stäbchen haben scharfe Ecken. Sie sind lebhaft beweglich. Nach 19 Stunden haben sich unbewegliche Ketten von wenigen Gliedern gebildet. Nach 24 Stunden beginnt die Sporenbildung. Die Sporen sind endständig, länglich.

3. Bouillon: Nach 1 Tage zeigt sich in der Flüssigkeit eine kräftige Trübung. Nach 2 Tagen beginnt vom Rande her schwacher Hautansatz; nach 5 Tagen ist die Kahlhaut zusammenhängend geworden. Fetzen hängen in die Flüssigkeit hinab, die jetzt klar ist. Außerdem hat sich ein gelblicher Bodensatz gebildet. Nach 7 Tagen ist das Bild dasselbe, aber die Flüssigkeit fängt an, sich von neuem zu trüben. Nach 12 Tagen ist diese Trübung wieder sehr stark geworden. Die Haut ist locker und goldgelb; auch der dicke Bodensatz ist gelb.

4. Heydenwasser: Geringe Trübung. Am Rande schwacher Kahlansatz.

5. Hefewasser mit 2 Proz. Zucker: Die Kahlhaut ist dick und leuchtend goldgelb. Bodensatz und Flüssigkeit sind stark rosa.

6. Schrägagar:

a) Heyden: Wie Form 1.

b) Bouillon: Nach 1 Tage bilden sich an beiden Seiten des Striches wulstige Wucherungen, nach 4 Tagen liegen sie sehr dick auf und sind goldgelb.

7. Stichkulturen:

a) Heydenagar: Nach 1 Woche tritt ziemlich starkes, horizontales Büschelwachstum auf, von dem aber die Oberfläche frei bleibt.

b) Gelatine: Nach 2 Tagen tauchen am Stichkanal voneinander isolierte Kolonien auf. Nach 4 Tagen haben sie sich schleierartig bis in die tiefsten Schichten verbreitet. Nach 7 Tagen wachsen isolierte, gelbe Kolonien in der Nähe des Bodens, während die in den oberen Schichten wieder verschwunden sind. Wahrscheinlich hat ein Hinabsinken in tiefere Schichten infolge beginnender Verflüssigung stattgefunden. Deutlich wird die Verflüssigung jedoch erst am 12. Tage.

8. Gelatineplatten: Am 3. Tage erscheinen kleine, weiße Kolonien, die später gelb werden. Am 9. Tage beginnt die Verflüssigung.

Mikroskopisches Bild am 6. Tage: Dick aufliegende, festumrandete, gelbe Kolonien mit einigen Ausläufern.

9. Kartoffeln: Das Wachstum ist nur lokal. Es bilden sich rosa gefärbte, schmierige Auflagerungen, die später gelblich und dann dunkelrot werden.

## 7.

### Stäbchenform aus Milch.

1. Größe: 2,4—2,8  $\mu$  lang, 0,8  $\mu$  breit.

2. Hängetropfenkultur: Nach 4½ Stunden beginnt gerade die polare Keimung. Nach 18 und 21 Stunden sind schwach bewegliche, ziemlich große, scharfkantige Einzelstäbchen vorhanden. Nach 38 Stunden sind runde Sporen gebildet worden; die Sporen liegen endständig in den keulenförmig anschwellenden Stäbchen.

3. Bouillon: Nach 1 Tage tritt eine gleichmäßige Trübung auf. Nach 2 Tagen hat sich außerdem ein farbloser Bodensatz gebildet. Nach 4 Tagen zeigt sich eine dünne, weiße, strukturlose Haut. Nach 14 Tagen ist die Flüssigkeit wieder klar geworden. Die Haut ist stumpf weiß und leicht zerreißbar.

4. Heydenwasser: Kein Wachstum.

5. Hefewasser mit 2 Proz. Zucker: Die Kahlhaut ist weiß und dünn, der Bodensatz aber besonders dick und voluminös.

6. Schrägagar:

a) Heyden: Kaum wahrnehmbares Wachstum.

b) Bouillon: Die Wucherungen sind weißlich, dick und wulstig. Sie sehen aus, als ob sie mit Mehl bestäubt wären.

7. Stichkulturen:

a) Heydenagar: Schwaches Wachstum am Stichkanal entlang.

b) Bouillonagar: Wachstum findet sich hauptsächlich am Stichkanal entlang, in der Nähe der Oberfläche sind aber horizontale Verästelungen vorhanden. Außerdem bildet sich eine Kahlhaut.

c) Bouillongelatine: Nach 4 Tagen treten in oberen und unteren Schichten Schleier auf, in denen sich punktförmige Kolonien unterscheiden lassen. Am 7. Tage bildet sich eine Haut. Nach 12 Tagen wird die Gelatine verflüssigt.

8. Gelatineplatten: Die nach 4 Tagen auftretenden kleinen, gelben Kolonien verflüssigen bald die ganze Gelatine.

Mikroskopisches Bild am 6. Tage: Kleine, dick aufliegende, zerfließende, gelbe Kolonien.

9. Kartoffeln: Rotgelbe, schmierige Wucherungen breiten sich über die ganze Oberfläche aus.

## 8.

### Stäbchenform aus Milch.

1. Größe: 2,7—3  $\mu$  lang, 0,8  $\mu$  breit.

2. Hängetropfenkultur: Nach 4½ Stunden beginnt die Keimung. Nach 18 Stunden sind die dicken Einzelstäbchen in lebhafter Bewegung. Nach 25 Stunden haben sich außerdem ziemlich dicke, gedrungene, unbewegliche Ketten gebildet. Nach 1½ Tagen sind noch immer Ketten und Einzelstäbchen vorhanden. Nach 2 Tagen beginnt die Sporenbildung. Die Sporen sind endständig, rund, die Stäbchen vor und während der Sporenbildung keulenförmig angeschwollen.

3. Bouillon: Nach 1 Tage ist die Flüssigkeit stark getrübt. Nach 2 Tagen hat sich außerdem ein Bodensatz gebildet. Eine Kahlhaut kommt nicht vor.

4. Heydenwasser: Trübung.

5. Hefewasser mit 2 Proz. Zucker: Die Kahlhaut ist gelb, die Flüssigkeit trübe und fadenziehend, der Bodensatz weiß.

6. Schrägagar:

a) Heyden: Nach 2 Tagen zeigt sich in einer einzigen Kultur eine winzige Kolonie mit schwacher Verästelung.



b) Bouillon: Nach 1 Tage ist die Wucherung unregelmäßig, flächenhaft, matt weiß, rissig, an einigen Stellen feucht. Das Bild bleibt dauernd dasselbe.

7. Stichkulturen:

a) Heydenagar: Nur schwaches Wachstum dicht am Stichkanal.

b) Bouillonagar: Wie a), aber außerdem eine fein gefaltete, zarte Haut.

c) Bouillongelatine: Am 7. Tage ist die Gelatine schwach getrübt; Einzelkolonien lassen sich aber nicht erkennen. Am 12. Tage beginnt die Verflüssigung.

8. Gelatineplatten: Auch mikroskopisch sind in der getrühten Platte keine Einzelkolonien erkennbar. Am 4. Tage tritt Verflüssigung ein.

9. Kartoffeln: Rotgelbe, schmierige Wucherungen.

9.

Stäbchenform aus Milch.

1. Größe: 2,5  $\mu$  lang, 0,8  $\mu$  breit.

2. Hängetropfenkultur: Nach 4½ Stunden liegen zwischen den zahlreichen Sporen mittelgroße, kräftige Stäbchen, die in der Mitte etwas dicker sind, als an den Enden. Ihre Beweglichkeit ist gering. Einzelne kurze Ketten mit 3—4 Gliedern kommen vor; sie sind unbeweglich. Nach 18 Stunden sind die Ketten häufiger. Nach 1½ Tagen haben viele Stäbchen Sporen gebildet; auch die Ketten, ohne zu zerfallen. Die Sporen sind endständig, rund.

3. Bouillon: Nach 1 Tage ist die Flüssigkeit trübe. Nach 2 Tagen ist die Trübung jedoch wieder verschwunden; am Rande beginnt Hautansatz. Nach 4 Tagen ist die Kahlhaut zusammenhängend geworden. Sie ist kraus, weiß und paraffinähnlich. Nach 5 Tagen liegen auf der Hauptmasse der Haut kräftige, aber sehr zierliche Verästelungen.

4. Heydenwasser: Trübung.

5. Hefewasser mit 2 Proz. Zucker: Die weiße Haut ist nur schwach ausgebildet, die Flüssigkeit trübe, der Bodensatz etwas rosa.

6. Schrägagar:

a) Heyden: Nach 2 Tagen ist die Oberfläche dicht am Strich entlang von einer gleichmäßigen, mattweißen Schicht bedeckt.

b) Bouillon: Das Aussehen ist ähnlich. Manche Stellen sind aber feucht glänzend.

7. Stichkulturen:

a) Heydenagar: Nach 2 Tagen liegen einzelne dicke Knöpfchen in der Nähe des Stichkanals.

b) Bouillonagar: Schwaches Wachstum dicht am Stichkanal. Außerdem eine dicke, wulstige Haut.

c) Bouillongelatine: Nach 4 Tagen reichen Schleier, in denen die Einzelkolonien erkennbar sind, bis auf den Boden des Röhrchens. Am 12. Tage tritt Verflüssigung ein.

8. Gelatineplatten: Ganz vereinzelt bilden sich runde, weiße Kolonien ohne charakteristische Ausbildung. Nach 8 Tagen erfolgt Verflüssigung.

9. Kartoffeln: Rotgelbe, schmierige Auflagerungen, die später rosa werden.

10.

Stäbchenform aus Milch.

1. Größe: 2,2—2,5  $\mu$  lang, 0,6—0,7  $\mu$  breit.

2. Hängetropfenkultur: Nach 4½ Stunden beginnt die Keimung, und zwar polar. Es bilden sich zarte, wenig bewegliche, mittelgroße Stäbchen. Nach 17 Stunden sind außerdem etwas bewegliche, kurze Ketten entstanden. Nach 21 Stunden sind die Ketten unbeweglich geworden. Sie sind jetzt äußerst lang und vielfach verschlungen. Nach 2 Tagen tritt Sporenbildung ein. Die Sporen sind endständig, rund.

3. Bouillon: Nach 1 Tage Trübung. Die Hautbildung ist noch schwach. Nach 2 Tagen sieht der jetzt dicke Kahl punktiert aus. Außerdem schwimmt in der Nähe des Bodens ein horizontaler Schleier. Die Flüssigkeit ist klar.

4. Heydenwasser: Trübung.

5. Hefewasser mit 2 Proz. Zucker: Die Flüssigkeit ist fast klar. Die nur schwach ausgebildete Haut sieht weißgelb aus.

6. Schrägagar:

a) Heyden: Das Wachstum ist kräftiger als bei den anderen Formen. Es sind auch starke Verästelungen vorhanden.

b) Bouillon: Nach 1 Tage bilden sich wulstige Auflagerungen mit kleinen Seitenverästelungen. Nach 2 Tagen liegen diese Verzweigungen dick auf; sie sind mattweiß und stellenweise etwas feucht.

7. Stichkulturen:

a) Heydenagar: Das Wachstum erfolgt zwar auch nur am Stichkanal entlang, aber lebhafter als bei den übrigen Formen.

b) Bouillonagar: Am oberen Ende zeigen sich büstenartige, sehr dichte Verästelungen. Der sehr dicke und wulstige, weiße Kahl wird später bräunlich und runzelig.

c) Bouillongelatine: Am 4. Tage beginnt das Wachstum in der Nähe der Oberfläche. Nach 7 Tagen tritt außer der Haut eine gleichmäßige Trübung auf. Nach 12 Tagen wird die Gelatine verflüssigt.

8. Gelatineplatten: Nach 4 Tagen bilden sich äußerst kleine, weiße, runde Kolonien, die aber selbst bei mikroskopischer Betrachtung keine charakteristische Ausbildung zeigen. Nach 9 Tagen tritt Verflüssigung ein.

9. Kartoffeln: Dicke, weiche Haut von grauer Farbe.

11.

**Stäbchenform aus Milch.**

1. Größe: 2,8—3  $\mu$  lang, 0,7—0,8  $\mu$  breit.

2. Hängetropfenkultur: Nach 4½ Stunden beginnt die Keimung. Die ziemlich großen Stäbchen haben scharfe Ecken. Sie sind langsam beweglich. Nach 21 Stunden haben sich kurze Ketten gebildet. Nach 25 Stunden sind die Ketten etwas länger und vielfach geknickt. Die Beweglichkeit ist verschwunden. Nach 1½ Tagen tritt Sporenbildung auch in den Ketten ein. Die Sporen sind endständig, rund.

3. Bouillon: Nach 1 Tage zeigt sich eine schwache Trübung, die später kräftiger wird. Erst nach 12 Tagen bildet sich eine zarte Haut und etwas Bodensatz.

4. Heydenwasser: Kein Wachstum.

5. Hefewasser mit 2 Proz. Zucker: Wie Form 8.

6. Schrägagar:

a) Heyden: Nach 2 Tagen zieht sich ein schmaler, feuchter Streifen auf der Oberfläche am Strich entlang. Außerdem wachsen zahlreiche Einzelkolonien auch in tieferen Schichten.

b) Bouillon: Nach 1 Tage liegen in der Nähe des Striches zahlreiche, knöpfchenartige Einzelkolonien. Nach 2 Tagen ist die Oberfläche zusammenhängend geworden. Sie ist mattweiß und glatt. Nur am oberen Ende hat sie wulstige Erhebungen.

7. Stichkulturen:

a) Heydenagar: Fast gar kein Wachstum.

b) Bouillonagar: Das Tiefenwachstum ist nur schwach. An der Oberfläche bildet sich eine zarte, feingefaltete Haut.

c) Bouillongelatine: Nach 2 Tagen tritt eine weiße Haut auf, während in tieferen Schichten das Wachstum noch vollständig ausbleibt. Nach 7 Tagen beginnt eine schwache Trübung der oberen Schichten, nach 12 Tagen sind einzelne Kolonien durch die ganze Gelatine verstreut, ohne daß der Stichkanal dabei irgendwie bevorzugt schiene. Nach 14 Tagen wird die Gelatine verflüssigt.

8. Gelatineplatten: Nach 3 Tagen bilden sich charakteristische, dick aufliegende, gelbe Köpfchen. Nach 13 Tagen wird die Gelatine verflüssigt.

Mikroskopisches Bild am 7. Tage: Die Kolonien sind dick, schmierig, fest umrandet. Die älteren zerfließen etwas.

9. Kartoffeln: Das Bacterium wächst auf diesem Nährboden nur schwach. Es bildet einen trockenen, weißen Schorf, der später rotbraun wird.

12.

**Stäbchenform aus Milch.**

1. Größe: 2,7—2,9  $\mu$  lang, 0,6—0,8  $\mu$  breit.

2. Hängetropfenkultur: Nach 4½ Stunden liegen zwischen den Sporen unbewegliche Einzelstäbchen mit scharfen Ecken. Nach 25 Stunden ist das Bild ähnlich wie bei Form 11. Die Ketten sind aber sehr kurz. Nach 34 Stunden sind sie von neuem in Einzelstäbchen zerfallen. Nach 2 Tagen werden Sporen gebildet. Die Sporen sind endständig, etwas länglich.

3. Bouillon: Nach 2 Tagen zeigt sich eine zarte, weiße Haut, von der Schleier herabhängen. Später wird sie dicker und glänzt wie Paraffin.

4. Heydenwasser: Kein Wachstum.

5. Hefewasser mit 2 Proz. Zucker: Die Haut ist rosa punktiert. Der Bodensatz ist weißrosa und auch die getrübe Flüssigkeit ist rosa gefärbt.

6. Schrägagar:

a) Heyden: Am Strich entlang bildet sich ein schmaler, mattweißer Streifen.

b) Bouillon: Nach 1 Tage begleiten den Strich breit zerfließende Einzelkolonien.

7. Stichkulturen:

a) Heydenagar: Wenig Wachstum.

b) Bouillonagar: Wie Form 10.

c) Bouillongelatine: Nach 4 Tagen treten in der Nähe des Stichkanals zarte Schleier auf. Am 7. Tage Verflüssigung der Gelatine.

8. Gelatineplatten: Nach 3 Tagen bilden sich sehr kleine, weiße Knöpfchen. Nach 6 Tagen fängt die Gelatine an, sich zu verflüssigen.

Mikroskopisches Bild am 6. Tage: Winzige, dunkle Kolonien mit einem lockeren Kranze von Ausläufern.

9. Kartoffeln: Dunkelbrauner, trockener Schorf.

### 13.

#### Stäbchenform aus Milch.

1. Größe: 2,6—3  $\mu$  lang, 0,4—0,6  $\mu$  breit.

2. Hängetropfenkultur: Nach 4½ Stunden ist ein Teil der Sporen gekeimt. Die schlanken Stäbchen sind beweglich. Nach 21 Stunden haben sie ihre Beweglichkeit verloren. Vereinzelt finden sich Ketten bis zu beträchtlicher Länge. Nach 34 Stunden haben sich in den Stäbchen Sporen gebildet. Die Sporen weichen im Bau von allen von mir untersuchten, wie auch von allen mir sonst bekannten Formen ab. Ich nahm deshalb eine genaue Messung vor. Sie sind 0,7—0,8  $\mu$  lang und höchstens 0,2  $\mu$  breit. Infolgedessen sehen sie äußerst lang und schmal aus und erwecken den Eindruck, als ob sie seitlich zusammengedrückt wären. Im Stäbchen entstehen sie endständig.

3. Bouillon: Nach 1 Tage ist die Flüssigkeit trübe. Später wird sie aber klar, und es bildet sich eine zarte Haut und etwas Bodensatz.

4. Heydenwasser: Abweichend von den meisten anderen Formen, bleibt hier die Flüssigkeit klar, und es bildet sich etwas Haut.

5. Hefewasser mit 2 Proz. Zucker: Die Hautbildung ist nur schwach. Die Kahlhaut hat rosa Farbe, der Bodensatz und die Flüssigkeit rein weiße.

6. Schrägagar:

a) Heyden: Kein Wachstum.

b) Bouillon: Nach 1 Tage sind ziemlich viele, feucht verschwommene Einzelkolonien entstanden. Nach 2 Tagen hat sich eine zusammenhängende, mattweiße Oberflächenschicht von geringer Dicke gebildet. Stellenweise ist sie faltig zusammengezogen und trocken bestäubt.

7. Stichkulturen:

a) Heydenagar: Durch das ganze Substrat verstreut liegen Einzelkolonien.

b) Bouillonagar: Das Wachstum ist nicht sehr stark, aber sehr gleichmäßig durch obere und untere Schichten verteilt.

c) Bouillongelatine: Sehr schwaches Wachstum in Einzelkolonien, und zwar nur an der Oberfläche. Am 12. Tage Verflüssigung.

8. Gelatineplatten: Nach 6 Tagen erscheinen kleine, feste Kolonien. Nach 10 Tagen Verflüssigung der Gelatine.

Mikroskopisches Bild nach 8 Tagen: Die Kolonien sind locker und von brauner Farbe. Sie haben einen unregelmäßigen, aber scharf umrissenen Rand.

9. Kartoffeln: Wie Form 12.

Nun komme ich zu den Bakterien, die ich nur kürzere Zeit untersuchte und die größtenteils aus auswärtigem Boden stammten. Da sich die Untersuchung in Heydenwasser als nicht besonders charakteristisch erwiesen hatte, ließ ich sie fort. Auch beschränkte ich mich bei den Stichkulturen auf nur einen Agarnährboden, da sich zwischen beiden wesentliche Unterschiede bisher nicht ergeben hatten.

Von Interesse war es, daß sich aus dem Boden No. 15, der lange trocken aufbewahrt worden war, schwer sterilisierbare Bakterien isolieren ließen, die in ihrem Verhalten in keiner Weise von den anderen abwichen. Selbst ein Alter von einer beträchtlichen Anzahl von Jahren ist also nicht von Einfluß auf die Schwersterilisierbarkeit der Sporen.

## 14.

**Stäbchenform aus Boden No. 1.**

1. Größe: 2  $\mu$  lang, 0,6  $\mu$  breit.
  2. Hängetropfenkultur: Nach 6 Stunden ist die Mehrzahl der Sporen gekeimt. Die Stäbchen sind kurz und beweglich und haben abgerundete Ecken. Gelegentlich kommen zweigliedrige Ketten vor. Nach 26 Stunden trägt ein Teil der jetzt unbeweglichen Stäbchen ziemlich am Ende eine längliche Spore, die etwas schräg liegt. Nach 31 Stunden ist die Sporenbildung allgemein. Die Sporen sind teilweise frei.
  3. Bouillon: Nach 1 Tage ist die Flüssigkeit stark getrübt. Nach 2 Tagen bildet sich eine eigenartige, fettige, zerrissene Haut. In der Flüssigkeit schwimmen Flocken.
  4. Hefewasser mit 2 Proz. Zucker: Die Haut ist gelblich, der Bodensatz weiß, die Flüssigkeit trübe.
  5. Schrägagar:
    - a) Heyden: Nach 2 Tagen zeigen sich in der Nähe des Striches weiße Wucherungen von ziemlicher Dicke, die in größerer Entfernung vom Striche immer dünner werden. Nach 5 Tagen sind die mittleren Teile feucht glänzend, die äußeren trockener.
    - b) Bouillon: Nach 1 Tage ist die Oberfläche farblos, durchsichtig, glatt, wie glasiert. Nach 2 Tagen ist die Farbe gelblich geworden; sonst lassen sich keine Änderungen feststellen. Nach 5 Tagen ebenso wie auf Heydenagar.
  6. StICKKulturen:
    - a) Heydenagar: Nach 5 Tagen bildet sich ein allmählich nach unten verlaufender Schleier. Nach 14 Tagen reicht 2 cm tief eine kompakte, scharf umgrenzte, zylindrische Masse, die aber nicht den ganzen Querschnitt durchsetzt. An der Oberfläche bildet sich eine strahlige Kahlhaut.
    - b) Gelatine: Nach 4 Tagen zieht sich am Stichkanal hinab ein flach zusammengedrückter, zarter Schleier, in dem die Einzelkolonien erkennbar sind. Zahlreiche isolierte Kolonien sind außerdem durch die ganze Gelatine verteilt. Nach 7 Tagen hat der Schleier eine deutlich keilförmige Gestalt angenommen und wird nach unten hin durch vereinzelte Kolonien noch fortgesetzt.
  7. Gelatineplatten: Am 3. Tage bilden sich feuchte, kleine Kolonien, nach 5 Tagen hat sich die Feuchtigkeit jedoch verloren. Nach 11 Tagen Verflüssigung.
- Mikroskopisches Bild nach 5 Tagen: Kleine Kolonien mit unregelmäßigen Konturen und runzliger Oberfläche.
8. Kartoffeln: Zunächst ist der trockene Schorf weiß, stellenweise gelb. Im Alter wird er braungelb.

## 15.

**Stäbchenform aus Boden No. 2.**

1. Größe: 2,2—2,5  $\mu$  lang, 0,7  $\mu$  breit.
2. Hängetropfenkultur: Nach 6 Stunden ist etwa die Hälfte der Sporen gekeimt (vgl. Form 18). Nach 26 Stunden sind Ketten mit bis zu 5 Gliedern gebildet worden. Obwohl in den sehr kurzen Stäbchen schon Sporen liegen, sind sie noch beweglich. Die länglichen Sporen befinden sich ungefähr in der Mitte der Stäbchen.
3. Bouillon: Nach 2 Tagen bildet sich über der klaren Flüssigkeit eine zarte, stumpfweiße Haut. Nach 7 Tagen ist sie dick und goldgelb geworden.
4. Hefewasser mit 2 Proz. Zucker: Haut, Flüssigkeit und Bodensatz sind schwach gelb.
5. Schrägagar:
  - a) Heyden: Erst nach 5 Tagen entsteht eine gleichmäßige, mattweiße Oberflächenschicht. Nach 14 Tagen kommen bäumchenartige Verzweigungen hinzu, die aber sehr schwach bleiben.
  - b) Bouillon: Das Bild ist dasselbe; doch bildet sich die gleichmäßige Schicht schon am 2., die Verzweigung schon am 7. Tage.
6. StICKKulturen:
  - a) Heydenagar: Nach 2 Tagen bildet sich dicht unter der Oberfläche ein dichter Schleier. Tiefenwachstum fehlt. Nach 14 Tagen tritt außerdem eine gleichmäßige Trübung des ganzen Substrates auf.
  - b) Gelatine: Nach 4 Tagen zieht sich am Stichkanal entlang ein flacher, gelblicher Schleier, an dessen Rande sich nach 7 Tagen Einzelkolonien absondern. Die Gelatine bleibt dauernd fest.
7. Gelatineplatten: Nach 3 Tagen fängt das Wachstum an. Nach 5 Tagen sind die Kolonien größer geworden. Sie stehen sehr dicht und sind etwas gelblich.

**Mikroskopisches Bild am 5. Tage:** Die Oberflächenkolonien liegen dick auf und haben einen unregelmäßigen Rand. Im Innern liegen kleine, kreisrunde, glänzende Kolonien.

**8. Kartoffeln:** Anfangs gelbbraun und feucht, später stark gerunzelt, von rein brauner Farbe.

16.

**Stäbchenform aus Boden No. 4.**

1. Größe: 1,6—1,9  $\mu$  lang, 0,7—0,8  $\mu$  breit.

2. Hängetropfenkultur: Nach 6 Stunden teilweise Sporenkeimung. Kurze, gedrungene, wenig bewegliche Stäbchen mit abgerundeten Ecken. Nach 26 Stunden haben sich in den Stäbchen, die etwas Beweglichkeit behalten haben, beinahe in der Mitte sehr große, längliche Sporen gebildet. Nach 31 Stunden ist der größte Teil der Sporen frei.

3. Bouillon: Nach 1 Tage ist die Flüssigkeit etwas trübe. Die Haut ist zart und stumpf weiß. Nach 2 Tagen ist die Flüssigkeit klar geworden, die Haut aber unverändert geblieben. Nach 3 Tagen erscheint die Trübung von neuem.

4. Hefewasser mit 2 Proz. Zucker: Wie Form 14.

5. Schrägagar:

a) Heyden: Nach 2 Tagen erscheinen in der Nähe des Striches dicke, gelbe, etwas wulstige Wucherungen, die seitlich bäumchenartig verzweigt sind. Nach 5 Tagen ist das Ganze von goldgelber Farbe, während die Verzweigungen anfangs weiß gefärbt waren. Nach 14 Tagen wechseln goldgelbe, braune und weiße Streifen unregelmäßig miteinander ab. Die Ausbildung ist sehr charakteristisch.

b) Bouillon: Gleichmäßige, trockene, glatte Oberfläche von mattweißer Farbe.

6. Stichkulturen:

a) Heydenagar: Nach 5 Tagen verläuft ein dünner Schleier allmählich nach unten. Die kräftige Haut ist strukturlos. Nach 14 Tagen ist die Haut noch immer unverändert; der Schleier ist dagegen weitergewachsen und trübt das ganze Substrat.

b) Gelatine: Nach 4 Tagen entsteht ein flach zusammengedrückter, zarter Schleier. Nach 7 Tagen hat er sich in dicht gelagerte, gelbe Einzelkolonien aufgelöst. Die unteren Kolonien sind viel größer als die oberen.

7. Gelatineplatten: Nach 3 Tagen beginnt das Wachstum. Nach 5 Tagen ist das Aussehen wie bei Form 14. Verflüssigung findet nicht statt.

8. Kartoffeln: Goldgelbe, feuchte Wucherungen, deren Farbe später stumpfer und endlich schmutzig gelbbraun wird.

17.

**Stäbchenform aus Boden No. 6.**

1. Größe: 2,6—2,9  $\mu$  lang, 0,4—0,5  $\mu$  breit.

2. Hängetropfenkultur: Nach 6 Stunden ist etwa die Hälfte der Sporen gekeimt. Die sehr langen, dünnen Stäbchen haben scharfe Ecken. Beweglichkeit ist kaum wahrnehmbar. Sie bilden schon ziemlich lange, zarte Ketten. Nach 26 Stunden haben sich in den Stäbchen sehr kleine, längliche Sporen endständig entwickelt. Nach 31 Stunden sind sie größtenteils frei.

3. Bouillon: Nach 1 Tage ist die sehr zarte Haut stumpf weiß gefärbt. Durch die klare Flüssigkeit zieht sich ein Schleier. Nach 2 Tagen ist die Haut fest und runzelig geworden. Die Farbe ist noch immer weiß. Nach 7 Tagen ist sie jedoch rosa geworden.

4. Hefewasser mit 2 Proz. Zucker: Es besteht Ähnlichkeit mit Form 12; aber Haut und Bodensatz sind viel stärker rosa.

5. Schrägagar:

a) Heyden: Nach 2 Tagen wachsen dünn verteilt am Strich entlang zahlreiche weiße Einzelkolonien. Nach 5 Tagen sind sehr zarte, feuchte, bäumchenartige Verzweigungen hinzugekommen.

b) Bouillon: Die nach 1 Tage mattweiße glatte Oberfläche fängt nach 2 Tagen an, sich etwas in der Nähe des Striches vorzuwölben. Nach 5 Tagen ist sie stellenweise trocken glasiert.

6. Stichkulturen:

a) Heydenagar: Nach 5 Tagen beginnt bäumchenartiges Radialwachstum mit horizontalen Zweigen. Die oberen sind viel breiter als die unteren. Nach 14 Tagen ist der ganze Agar parallel zu den einzelnen Zweigen zerklüftet.

b) Gelatine: Nach 7 Tagen Schleierbildung; nach 11 Tagen Verflüssigung.

7. Gelatineplatten: Nach 6 Tagen bilden sich einzelne dunkle Kolonien.

**Mikroskopisches Bild nach 8 Tagen:** Um einen dunklen Kern liegt ein heller, sich vielfach windender Hof mit sehr unregelmäßigen Umrissen. Nach 10 Tagen Verflüssigung der Gelatine.

**8. Kartoffeln:** Es bildet sich ein Schorf, der ursprünglich dick und weiß ist, bald aber gleichmäßig grau gefärbt wird.

## 18.

**Stäbchenform aus Boden No. 7.**

1. Größe: 2—2,3  $\mu$  lang, 0,6—0,7  $\mu$  breit.

2. Hängetropfenkultur: Nach 6 Stunden ist erst der kleinere Teil der Sporen gekeimt. Die Stäbchen ähneln denen von Form 14, sind aber etwas plumper. Sie bewegen sich nur langsam vorwärts. Nach 26 Stunden sind sie unbeweglich geworden. Die hintere Hälfte der Stäbchen ist fast ganz von der sehr großen, ovalen Spore ausgefüllt.

3. Bouillon: Nach 1 Tage ist die Flüssigkeit klar. Die Haut besteht aus einzelnen Flocken. Nach 2 Tagen ist sie fest und runzelig geworden.

4. Hefewasser mit 2 Proz. Zucker: Wie Form 12.

5. Schrägagar:

a) Heyden: Nach 1 Tage sehen die weißen Wucherungen in der Nähe des Striches beinahe wie Schimmel aus. In tieferen Schichten liegen vereinzelte Kolonien. Das Bild bleibt dauernd dasselbe.

b) Bouillon: Nach 1 Tage ist die Oberfläche glatt, weiß, punktiert, wie mit einer Glasur überzogen. Nach 5 Tagen ist das Bild ähnlich wie bei 14; aber die Wucherungen sind kräftiger, und die Färbung ist reiner weiß.

6. Stichkulturen:

a) Heydenagar: Nach 5 Tagen bildet sich etwas Haut. Nach 14 Tagen sind außerdem die obersten Schichten horizontal zerklüftet.

b) Gelatine: Nach 7 Tagen beginnt das Wachstum soeben, und zwar in Form lockerer Schleier. Nach 10 Tagen Verflüssigung.

7. Gelatineplatten: Nach 5 Tagen treten ganz vereinzelt ziemlich große Kolonien auf. Nach 7 Tagen sind sie sehr groß geworden. Um einen dunklen Kern sondern sie einen hellen Hof ab. Nach 10 Tagen Verflüssigung.

**Mikroskopisches Bild nach 7 Tagen:** Außer der Größe keine Unterschiede von Form 14.

**8. Kartoffeln:** Zuerst bildet sich ein weicher grauer Überzug, der dicht mit Flüssigkeitstropfen besetzt ist. Dann wird er leuchtend rosa, endlich schmutzig rotgelb.

## 19.

**Stäbchenform aus Boden No. 8.**

1. Größe: 2,5—2,8  $\mu$  lang, 0,4—0,5  $\mu$  breit.

2. Hängetropfenkultur: Die langen, zarten Stäbchen haben Ähnlichkeit mit denen von Form 17. Aber sie sind nach 6 Stunden noch nicht so zahlreich wie jene; auch ist die Kettenbildung noch längst nicht so weit fortgeschritten. Nach 26 Stunden sind endständig runde Sporen gebildet worden, die nach 31 Stunden frei sind.

3. Bouillon: Nach 1 Tage schwimmt auf der klaren Flüssigkeit ein flockiger Kahl, der nach 2 Tagen fest und runzelig geworden ist. Nach 3 Tagen sieht er paraffinartig aus; die Flüssigkeit ist ziemlich stark trübe geworden.

4. Hefewasser mit 2 Proz. Zucker: Wie Form 12, aber weniger stark rosa.

5. Schrägagar:

a) Heyden: Nach 1 Tage schimmelähnliche Wucherungen, die nach 5 Tagen sehr dick geworden sind. In tieferen Schichten bilden sich sehr dichte Bäumchen.

b) Bouillon: Nach 1 Tage liegt auf der Flüssigkeit eine mattgelbe, etwas runzelige Haut, die mit Flüssigkeitstropfen besetzt ist. Nach 5 Tagen stehen noch immer auf der trockenen, sehr fein gerunzelten Hautschicht einzelne Tropfen.

6. Stichkulturen:

a) Heydenagar: Nach 5 Tagen schwaches, bäumchenartiges Wachstum in den oberen Schichten. Wenig Hautbildung. Nach 14 Tagen kommt eine Trübung des Agar hinzu.

b) Gelatine: Äußerst schwaches Wachstum in nächster Nähe des Stichkanals.

7. Gelatineplatten: Nach 3 Tagen kaum wahrnehmbare, kleine Kolonien. Nach 5 Tagen wuchern auf der Oberfläche flechtenartige Riesenkolonien von

beträchtlicher Dicke und unregelmäßigem Umriß. Die Kolonien im Innern sind klein, rund und sehr kompakt. Nach 7 Tagen Verflüssigung.

Mikroskopisches Bild nach 5 Tagen: Die Oberflächenkolonien haben einen dunklen Kern, von dem aus dunkle und helle Streifen zum Rande verlaufen. Die Tiefenkolonien sind tiefbraun und setzen sich aus dunkleren und helleren Feldern zusammen. Vielleicht sind die dunkleren Stellen verursacht durch reichliche Ausbildung sekundärer Kolonien.

Wegen des so besonders charakteristischen Aussehens der Kolonien machte ich auch noch einen Versuch mit

8. Bouillonagarplatten: Die Tiefenkolonien sahen ähnlich aus wie in Gelatine, waren nur durchweg heller gefärbt. Die Oberflächenkolonien verzweigten und verästelten sich über die ganze Platte hinweg. Die Ausläufer selbst waren beinahe farblos. Am Ende jedes Zweiges bildete sich aber eine weißgelbe Tochterkolonie.

9. Kartoffeln: Überwiegend weiß und trocken; stellenweise aber schmierig gelb. Später außerdem rosa gefärbte, wulstige Wucherungen. Schließlich sitzt auf dem feuchten, schmutzig rosafarbenen Überzug ein trockener, gelber Schorf.

## 20.

### Stäbchenform aus Boden No. 8.

1. Größe: 2—2,5  $\mu$  lang, 0,5  $\mu$  breit.

2. Hängetropfenkultur: Nach 6 Stunden bewegen sich zwischen den Sporen ziemlich kleine, schlanke Stäbchen mit scharfen Ecken. Nach 26 Stunden liegen in den jetzt unbeweglichen Stäbchen relativ sehr große Sporen, die die eine Hälfte ganz ausfüllen.

3. Bouillon: Nach 1 Tage ist die Flüssigkeit sehr trübe, die Haut locker. Nach 2 Tagen ist sie stumpf weiß geworden und sieht aus, als wenn sie mit Mehl bestäubt wäre.

4. Hefewasser mit 2 Proz. Zucker: Die Haut hat leuchtend goldgelbe Farbe; Flüssigkeit und Bodensatz sind weiß.

5. Schrägagar:

a) Heyden: Nach 5 Tagen ganz schwaches Wachstum.

b) Bouillon: Nach 1 Tage ist die Oberfläche mattweiß, vollkommen glatt und trocken. Nach 2 Tagen fangen die Wucherungen aber am unteren Ende an, runzelig zu werden. Nach 5 Tagen sind sie vollständig mit äußerst kleinen, feinen Runzeln bedeckt.

6. Stichkulturen:

a) Heydenagar: Nach 5 Tagen zeigt sich geringe, bäumchenartige Verzweigung. Die einzelnen Verästelungen sind schräg abwärts gerichtet. Nach 14 Tagen ist außerdem das ganze Substrat getrübt.

b) Gelatine: Nach 4 Tagen ziehen sich am Stichkanal entlang flache, zarte Schleier.

7. Gelatineplatten: Nach 3 Tagen erscheinen die ersten Kolonien. Nach 5 Tagen sind sie mittelgroß geworden; sie sind sämtlich kreisrund. Nach 7 Tagen beginnt die Verflüssigung.

Mikroskopisches Bild nach 5 Tagen: Um einen dunklen Kern legt sich ein heller Hof; beide sind scharf begrenzt und glänzen stark.

8. Kartoffeln: Anfänglich wechseln weißgraue und gelbe Partien miteinander ab. Die ersteren werden dann verdrängt. Endlich wird das Ganze von einer dunkelbraunen Glasur überzogen.

## 21.

### Stäbchenform aus Boden No. 9.

1. Größe: 1,8—2,2  $\mu$  lang, 0,5  $\mu$  breit.

2. Hängetropfenkultur: Nach 6 Stunden ist der größte Teil der Sporen gekeimt. Die zarten, kleinen Einzelstäbchen bewegen sich lebhaft hin und her. Nach 26 Stunden fängt in manchen Stäbchen die Sporenbildung an. Die Bakterien sind dabei an einem Ende aufgetrieben. Allgemein wird die Sporenbildung aber erst nach 2 Tagen. Ketten kommen niemals vor. Die Sporen sind endständig, rund.

3. Bouillon: Nach 1 Tage Trübung. Nach 2 Tagen hat sich eine weiß punktierte Kahmhaut gebildet, von der Schleier in die jetzt noch stärker getrübte Flüssigkeit hinabhängen. Nach 4 Tagen ist der Schleier zu Boden gesunken.

4. Hefewasser mit 2 Proz. Zucker: Wie Form 14; die Flüssigkeit ist jedoch fast klar.

**5. Schrägagar:**

a) Heyden: Nach 5 Tagen sind die mittleren Partien feucht glänzend, die äußeren trocken.

b) Bouillon: Nach 5 Tagen bildet sich ein graugelber Überzug, der in der Mitte feucht, außen trocken ist.

**6. Stichkulturen:**

a) Heydenagar: Nach 5 Tagen reicht ein dünner Schleier kaum  $\frac{1}{2}$  cm tief hinab, nach 14 Tagen ist horizontale Verzweigung eingetreten, außerdem hat sich eine Haut gebildet.

b) Gelatine: Nach 4 Tagen sind ziemlich viele gelbliche Einzelkolonien gewachsen, die sich nach 7 Tagen zu einem zusammenhängenden Schleier vereinigt haben. Nach 8 Tagen Verflüssigung.

7. Gelatineplatten: Das Wachstum beginnt nach 3 Tagen. Verflüssigung tritt nach 7 Tagen ein.

Mikroskopisches Bild nach 5 Tagen: Die Kolonien sind groß und haben einen unregelmäßigen Rand.

8. Kartoffeln: Die anfänglich grauen, feuchten Wucherungen werden später dunkelbraun. Über sie hinweg lagert sich ein gelber, trockener Schorf.

**22.****Stäbchenform aus Boden No. 10.**

1. Größe: 2,2—2,6  $\mu$  lang, 0,4—0,6  $\mu$  breit.

2. Hängetropfenkultur: Nach 6 Stunden ist erst ein kleiner Teil der Sporen gekeimt. Die Stäbchen sind lang und dünn, aber immerhin etwas kräftiger als Form 17. Beweglichkeit fehlt. Nach 26 Stunden haben manche Stäbchen schon endständige, längliche Sporen gebildet. Alle Stäbchen liegen einzeln.

3. Bouillon: Nach 1 Tage schwimmen in der klaren Flüssigkeit einige Flocken. Der Kalm ist locker, wird aber nach 2 Tagen einheitlich und fest. Nach 3 Tagen wird die Flüssigkeit trübe.

4. Hefewasser mit 2 Proz. Zucker: Die Haut ist kaum merklich gelb. Der Bodensatz weiß, die Flüssigkeit milchig.

**5. Schrägagar:**

a) Heyden: Am Strich entlang hängen nach einem Tage die Wucherungen zusammen. Hinzu kommen verstreute Einzelkolonien.

b) Bouillon: Nach 1 Tage trockene, mattweiße Wucherungen, die später runzelig werden.

**6. Stichkulturen:**

a) Heydenagar: Nach 3 Tagen bilden sich bäumchenartige Verzweigungen, die 3 mm unter der Oberfläche ihre größte Breite haben.

b) Gelatine: Nach 5 Tagen liegen zahlreiche, verschwommene, große Kolonien dicht unter der Oberfläche und fangen schon an, die Gelatine zu verflüssigen.

7. Gelatineplatten: Nach 5 Tagen sind auf einer einzigen Platte 2 Kolonien gewachsen. Nach 7 Tagen sind auch auf anderen Platten einige hinzugekommen. Zugleich beginnt die Verflüssigung.

Mikroskopisches Bild nach 6 Tagen: Die Kolonien tragen um den dunklen Kern herum viele scharfelinige Ausläufer.

8. Kartoffeln: Grauweißer, runzeliger, meist trockener Schorf.

**23.****Stäbchenform aus Boden No. 12.**

1. Größe: 1,2—1,5  $\mu$  lang, 0,4  $\mu$  breit.

2. Hängetropfenkultur: Nach 6 Stunden tanzen winzige Stäbchen lebhaft hin und her. Nach 26 Stunden finden sich außerdem kurze Ketten. Die Sporenbildung setzt erst nach 2 Tagen ein; beendet ist sie nach 4 Tagen. Die Sporen sind endständig, etwas länglich.

3. Bouillon: Nach 1 Tage ist die Flüssigkeit sehr trübe; am Rande setzt sich etwas Haut ab. Die Trübung nimmt bis zum 4. Tage hin immer mehr zu; zu stärkerer Hautbildung kommt es jedoch nicht.

4. Hefewasser mit 2 Proz. Zucker: Die Flüssigkeit ist stark getrübt; die Haut hat gelbe, der Bodensatz weiße Farbe.

**5. Schrägagar:**

a) Heyden: Nach 2 Tagen tritt zunächst nur lokales Wachstum auf. Es



bilden sich sehr zierliche, gefiederte, weiße Wucherungen, auch wohl Einzelkolonien. Nach 5 Tagen sind die scharfen Konturen verloren gegangen; die Oberfläche ist schmierig.

b) Bouillon: Nach 1 Tage ist die Oberfläche mattweis und etwas runzelig. Am oberen Ende haben sich isolierte Kolonien gebildet. Nach 5 Tagen ist das Ganze feucht geworden.

6. Stichkulturen:

a) Heydenagar: Nach 5 Tagen bildet sich etwas Haut. Nach 14 Tagen ist der Agar trübe geworden.

b) Gelatine: Nach 4 Tagen reicht bis zur Mitte des Röhrchens ein zarter Schleier, unterhalb dessen sich nach 7 Tagen noch Einzelkolonien abgesondert haben. Eine Verflüssigung der Gelatine findet nicht statt.

7. Gelatineplatten: Nach 3 Tagen erscheinen viele kleine Kolonien von gelber Farbe, die stark glänzen. Nach 5 Tagen sind sie größer und dunkler geworden und haben jetzt einen kreisrunden Umriß. Die Gelatine bleibt dauernd fest.

8. Kartoffeln: Graue und gelbe sehr feuchte Oberflächenwucherungen. Ein eng begrenzter Teil wird rosa.

24.

Stäbchenform aus Boden No. 14.

1. Größe: 1,7—2  $\mu$  lang, 0,6—0,7  $\mu$  breit.

2. Hängetropfenkultur: Nach 6 Stunden ist die Sporenkeimung noch schwach. Die mittelgroßen Einzelstäbchen bewegen sich langsam vorwärts, ebenso die schon vorhandenen kurzen Ketten. Nach 26 Stunden ist das Bild ungeändert. Nach 3 Tagen werden endständig längliche Sporen gebildet.

3. Bouillon: Nach 1 Tage schwimmt auf der klaren Flüssigkeit eine gitterartige Kahlhaut. Nach 2 Tagen ist die Haut sehr fest geworden; die Verästelungen liegen dick auf. Nach 3 Tagen ist die Flüssigkeit trübe.

4. Hefewasser mit 2 Proz. Zucker: Wie Form 12.

5. Schrägagar:

a) Heyden: Nach 5 Tagen dichte horizontale Verzweigungen.

b) Bouillon: Nach 1 Tage gleicht die Kultur der von Form 20. Sie bleibt aber dauernd glatt und sieht nach 5 Tagen aus, als ob zierliche, flache Eisblumen auf ihr lägen.

6. Stichkulturen:

a) Heydenagar: Nach 5 Tagen bildet sich eine Haut; nach 14 Tagen kommt eine Trübung des Substrats hinzu.

b) Gelatine: Nach 7 Tagen zeigt sich soeben beginnendes Wachstum. Gleich darauf tritt schon Verflüssigung ein.

7. Gelatineplatten: Nach 3 Tagen erscheinen die ersten Spuren beginnenden Wachstums. Nach 5 Tagen sind die nicht zahlreichen Kolonien ziemlich groß geworden. Nach 7 Tagen ist die Platte verflüssigt.

Mikroskopisches Bild nach 5 Tagen: Um den mehr oder minder scharf abgesetzten, dunklen Kern lagert sich eine lockere, wollige Außenschicht, die manchmal wieder in 2 konzentrische Teile geschieden ist.

8. Kartoffeln: Ursprünglich graurosa und feucht; dann aber nach allmählichem Farbenwechsel schwarzbraun und gänzlich trocken.

25.

Stäbchenform aus Ackerland No. 15.

Obwohl dieses Bacterium aus demselben Boden stammt, wie die Formen 4, 5 und 6, ist eine Identifikation mit einer derselben nicht möglich.

1. Größe: 1,8—2,2  $\mu$  lang, 0,6  $\mu$  breit.

2. Hängetropfenkultur: Nach 6 Stunden ziemlich starke Keimung der Sporen, mittelgroße, bewegliche Stäbchen mit abgerundeten Ecken. Nach 26 Stunden haben sich im Endabschnitt der jetzt unbeweglichen Stäbchen ovale Sporen gebildet.

3. Bouillon: Nach 1 Tage ist die Flüssigkeit trübe. Nach 2 Tagen ist eine dicke, weiß bestäubte Haut entstanden. Dicht unter derselben ist die Bouillon klar, in tieferen Schichten trübe. Nach 4 Tagen ist die Trübung gänzlich verschwunden.

4. Hefewasser mit 2 Proz. Zucker: Es bildet sich zwar keine Haut, aber ein dicker, weißer Bodensatz. Die Flüssigkeit ist trübe.

5. Schrägagar:

a) Heyden: Das Aussehen ist ähnlich Form 14, das Wachstum aber viel lebhafter.

b) Bouillon: Eine dünne, glatte, durchsichtige, schmierig glasierte Schicht bedeckt nach 1 Tage die ganze Oberfläche. Nach 2 Tagen ist die Farbe gelblich geworden.

6. Stickskulturen:

a) Heydenagar: Nach 5 Tagen bildet sich ein zarter, verschwommener Schleier. Nach 14 Tagen zieht sich eine flockige Trübung durch die ganze Röhre, ohne Auszeichnung des Stichkanals.

b) Gelatine: Nach 4 Tagen ist ein zarter Schleier ohne erkennbare Einzelkolonien entstanden. Nach 7 Tagen heben sich einige Kolonien davon ab. Verflüssigung findet nicht statt.

7. Gelatineplatten: Nach 3 Tagen zeigen sich punktförmige Kolonien. Nach 5 Tagen sind sie kreisrund, gelb. Die Gelatine bleibt dauernd fest.

8. Kartoffeln: Anfangs gleichmäßig graugelb; später braungelb und schmierig.

26.

**Stäbchenform aus Milch.**

(Ausgangsmaterial No. 16.)

1. Größe: 2,7—3,2  $\mu$  lang, 0,7—0,9  $\mu$  breit.

2. Hängetrophenkultur: Nach 6 Stunden fängt die Keimung der Sporen an. Die sehr großen, kräftigen Stäbchen bewegen sich äußerst lebhaft. Ketten mit mehr als 4 Gliedern sind unbeweglich. Nach 26 Stunden sind auch die Einzelstäbchen fast unbeweglich geworden. Die ovalen Sporen bilden sich erst nach 4 Tagen ziemlich am Ende der Stäbchen.

3. Bouillon: Nach 1 Tage beginnt eine flockige Haut sich zu bilden. Nach 2 Tagen hat sie aufliegende Verästelungen bekommen. Die Flüssigkeit ist dauernd klar.

4. Hefewasser mit 2 Proz. Zucker: Wie Form 12, aber nur schwach rosa.

5. Schrägagar:

a) Heyden: Nach 2 Tagen ist ein schwacher Strich erkennbar mit nervenartigen Verzweigungen, die allmählich stärker werden.

b) Bouillon: Wie Form 20.

6. Stickskulturen:

a) Heydenagar: Nach 5 Tagen hat sich ein wenig Haut gebildet. Nach 14 Tagen ist der Agar horizontal durch Seitenäste zerklüftet und außerdem getrübt.

b) Gelatine: Kein Wachstum.

7. Gelatineplatten: Nach 5 Tagen zeigt sich auf einer Platte eine einzige, tiefschwarze Kolonie mit hellem Rande, der in den folgenden Tagen sehr breit wird. Verflüssigung findet nicht statt. Möglicherweise hat es sich nur um eine Verunreinigung gehandelt, da ja in Gelatineröhrchen gar kein Wachstum erfolgt war.

8. Kartoffeln: Graurosa gefärbt; im höchsten Grade schmierig. Später legt sich über diese Wucherungen noch ein dicker, gelber Überzug.

27.

**Stäbchenform aus Milch.**

(Ausgangsmaterial No. 16.)

1. Größe: 1,7—2  $\mu$  lang, 0,6  $\mu$  breit.

2. Hängetrophenkultur: Erst nach 26 Stunden hat die Sporenkeimung soeben begonnen. Die mittelgroßen Stäbchen sind schwach beweglich. Auch kurze Ketten kommen vor. Nach 4 Tagen liegen im Endabschnitt der Stäbchen längliche Sporen.

3. Bouillon: Nach 1 Tage ist die Haut sehr zart und schleierartig. In der Flüssigkeit schwimmen Flocken; zum Teil haben sich diese aber auch schon abgesetzt. Bis zum 4. Tage hin nehmen Trübungen und Bodensatz stark zu. Die Haut behält dauernd ihr Aussehen.

4. Hefewasser mit 2 Proz. Zucker: Wie Form 12. Die rosa Färbung ist auch bei Flüssigkeit und Bodensatz außerordentlich kräftig.

5. Schrägagar:

a) Heyden: Nach 2 Tagen treten zahlreiche Einzelkolonien auf, die nach 5 Tagen auch in tiefere Schichten vorgedrungen sind, aber inzwischen verschwommene Umrisse bekommen haben.

b) Bouillon: Nach 1 Tage gleichmäßige, dünne, weiße Wucherungen, die später schmierig zerfließen.

6. Stichkulturen:

- a) Heydenagar: Nach 5 Tagen etwas Haut, nach 14 Tagen wie Form 26.  
b) Gelatine: Nach 7 Tagen zeigen sich Spuren von Haut. Verflüssigung erfolgt nicht.

7. Gelatineplatten: Nach 7 Tagen erscheinen massenhaft winzige Kolonien. Die Gelatine bleibt dauernd fest.

Mikroskopisches Bild nach 9 Tagen: Von einem sehr kleinen, dunklen Kern strahlen zahlreiche, fädige Ausläufer aus.

8. Kartoffeln: Das ganze Kartoffelstück verfärbt sich graugelb, ohne daß zunächst Auflagerungen entstehen. Später bildet sich ein erst trockener, dann feuchter, weißlicher Schorf.

28.

**Stäbchenform aus Milch.**

(Ausgangsmaterial No. 16.)

Dieses Bacterium hat große Ähnlichkeit mit dem vorigen. In Hängetrophenkulturen gleichen sich beide vollkommen.

Unterschiede:

1. In Bouillon wird die Haut fettartig und nimmt schließlich eine gelbbraune Farbe an.

2. Auf einer von 3 Gelatineplatten wächst eine einzige, sehr große, dunkle Kolonie mit doppeltem, hellem Hof, während in Gelatinestichkulturen keine Unterschiede gegenüber No. 27 bestanden.

3. Auf Kartoffeln bildet sich ein trockener, graurosa gefärbter Schorf.

Nicht erwähnt habe ich in den vorliegenden Ausführungen die Kulturen, die ich zur Prüfung auf Indolbildung in Hefewasser und diejenigen, die ich in Milch ansetzte. Sämtliche Bakterien koagulierten Milch; bei keinem einzigen ließ sich Entstehung von Indol nachweisen. Da beide Untersuchungen also zur Unterscheidung der Arten nicht zu verwenden waren, glaubte ich, sie mit einmaliger Erwähnung an dieser Stelle erledigen zu können. — Der Nachweis von Indol geschieht durch Zusatz von salpetriger Säure, mit der es einen rosa Farbstoff bildet. In dieser Weise nahm ich die Prüfung vor. In neuerer Zeit hat man festgestellt (1), daß diese Methode nicht ganz zuverlässig ist, weil salpetrige Säure auch mit einigen anderen organischen Stoffen eine rosa Färbung gibt. Man läßt deshalb auch wohl Dimethylamidobenzaldehyd auf die Kulturen einwirken, das mit Indol einen roten Farbstoff bildet. Da ja aber bei meinen Untersuchungen schon mit salpetriger Säure nirgends eine Färbung eintrat, war wohl ein Irrtum ausgeschlossen. Ich glaubte deshalb, auf den zweiten Versuch verzichten zu können.

Nunmehr möchte ich noch einige Untersuchungen zusammenstellen, die sich für eine tabellarische Übersicht eignen, und für die ich deshalb diese Art der Darstellung gewählt habe.

(Siehe Tabelle I.)

Die Prüfung auf Säurefestigkeit geschah derart, daß die Bakterien zunächst in üblicher Weise kräftig mit Methylenblau durchgefärbt wurden. Dann wurde ein Tropfen verdünnter Schwefelsäure zugesetzt und nach wenigen Sekunden abgespült. Hatten die Stäbchen dann die Farbe gehalten, so wurden sie als säurefest bezeichnet, was ich in der Tabelle durch das + - Zeichen andeutete.

Bei der Gramschen Färbung behandelte ich die Bakterien nacheinander mit Anilinwassermethylviolett und mit Jod. Behielten sie dann bei der Einwirkung von absolutem Alkohol, die wieder einige Sekunden währte, die Farbe, so galten sie als gram-positiv (+).

Tabelle I.

Art des Versuchs	Nummer der Bakterienform													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Prüfung auf Säurefestigkeit . .	+	+	+	+	—	+	—	—	+	+	+	—	+	+
2. Gramsche Färbung. . . . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3. Zunahme der Alkalität in Hefewasser in % nach 14 Tg. . . . .	55,3	34,2	47,4	63,2	42,1	36,8	47,2	60,5	57,9	71,1	48,0	47,6	44,7	42,5
4. Desgleichen in Hefewasser mit 2 % Harnstoff. . . . .	93,3	34,9	67,4	63,3	140	100	133,3	60,7	60	146,7	100	47,6	44,9	42,8
5. Zuckergehalt in % nach 3 Wochen, bei anfangs 2 % . . . . .	0	0	0,83	0,19	0,17	0	0,08	0	0,07	0,20	0	0,21	0,60	0,15

Art des Versuchs	Nummer der Bakterienform													
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1. Prüfung auf Säurefestigkeit . .	—	—	+	+	—	+	—	—	+	—	—	+	+	—
2. Gramsche Färbung. . . . .	+	—	+	+	+	+	—	+	+	+	+	+	+	+
3. Zunahme der Alkalität in Hefewasser in % nach 14 Tg. . . . .	45,4	46,8	59,6	57,1	60,2	43,4	54,8	67,2	48,3	38,4	54,4	71,5	55,3	53,5
4. Desgleichen in Hefewasser mit 2 % Harnstoff. . . . .	45,4	47	39,5	57,4	81,6	43,2	75,3	67,2	69,3	43,1	55	71,7	82	74,2
5. Zuckergehalt in % nach 3 Wochen, bei anfangs 2 % . . . . .	0,18	0,21	0,22	0,20	0,13	0,10	0,16	0,20	0,22	0,21	0,19	0,18	0,16	0,18

Zur Feststellung der durch Harnstoff allein bedingten Alkalitätszunahme wolle man die Differenz der Horizontalreihen 4 und 3 bilden.

Die Zunahme der Alkalität untersuchte ich zunächst im Bouillon-, bzw. Hefewasser. In je 10 ccm Bouillon, deren Alkalität ich durch Titration festgestellt hatte, wurde eine Platinöse voll Bakteriensporen eingimpft. Nach 14 Tagen wurde von neuem titriert. Zur Titration benutzte ich  $\frac{1}{10}$  n Schwefelsäure, als Indikator Methylorange. Die Zunahme wurde angegeben in Prozenten, gemessen am ursprünglichen Alkaligehalt. Durch die in gleicher Weise vorgenommene Prüfung der Alkalitätszunahme in harnstoffhaltigen Nährböden konnte ich feststellen, ob und in welchem Maße Harnstoff von den einzelnen Bakterienarten abgebaut wurde. Es handelt sich dabei nämlich um einen hydrolytischen Vorgang, eine Umwandlung von Harnstoff in kohlensaures Ammoniak. Das letztere läßt sich natürlich durch Prüfung der Alkalitätszunahme, verglichen mit der Alkalitätszunahme in reinem Hefewasser, nachweisen.

Der quantitativen Untersuchung der Zuckerspaltung ging eine qualitative voraus. Beim Zuckerabbau bilden die Bakterien organische Säuren. Ich setzte deshalb der Nährlösung von Hefewasser mit 2 Proz. Zucker etwas Lakmus zu und impfte dann. In allen Fällen trat im Verlauf einer Woche der Farbumschlag von blau nach rot ein. Es waren also Säuren entstanden, somit Abbau des Zuckers wahrscheinlich, da ja in zuckerfreien Nährlösungen stets eine Zunahme der Alkalität festzustellen gewesen war.

Darauf setzte ich noch einmal dieselbe Versuchsreihe an, jedoch ohne Lakmus. Dagegen fügte ich Calciumkarbonat hinzu, um die entstehenden Säuren zu binden, damit das Bakterienwachstum nicht durch sie gehindert würde. Der Versuch wurde nach 3 Wochen abgebrochen. Zur quantitativen Bestimmung des noch vorhandenen Zuckers benutzte ich die Reduktion bekannter Mengen von erwärmter Fehling'scher Lösung nach vorangehender Fällung anderer organischer Substanzen mit Bleiessig. Vielleicht gewinnt die Darstellung an Übersichtlichkeit, wenn ich zum Schluß dieses Teiles auch einige der schon erwähnten Ergebnisse tabellarisch zusammenstelle.

Über Sporenkeimungs- und Bildungszeit bei Zimmertemperatur finden sich Angaben im Text auf p. 164.

(Siehe Tabelle II.)

Auf Grund der gewonnenen Daten verglich ich die von mir isolierten Bakterien mit bekannten Formen. In der von mir zitierten Literatur finden sich eingehende Bakterienbeschreibungen nur bei Globig (8), Blau (2) und Christen. Eine Identifikation meiner Formen mit irgendwelchen der dort erwähnten war jedoch nicht möglich.

Hinsichtlich der von mir benutzten Werke über Systematik der Bakterien vergl. p. 178 (4), (7), (12).

Hervorheben möchte ich, daß mir Formen des Subtilis-Kreises nicht begegneten. Die jenen eigentümliche Keimung mit Kappen fand ich in keinem einzigen Falle. Hingegen möchte ich mehrere meiner Bakterien, trotz einzelner Unterschiede, in den Verwandtschaftskreis dreier anderer bekannter Bakterien einordnen.

Es reihen sich:

An *Bac. mycoides* Flügge, No. 1—4,

An *Bac. mesentericus ruber* Globig, No. 9, No. 18,

An *Bac. mesentericus*, Flügge, No. 24.

Tabelle II.

Art des Versuchs	Nummer der Bakterienform						
	1	2	3	4	5	6	7
1. Gelatineverflüssigung (Platten)	8. Tag Rosa-gelb, schmierig	12. Tag Wie 1	Wie 1	6. Tag Wie 1	11. Tag Gelbrot, trocken	9. Tag Lokale, dunkelrote Wucherung	12. Tag Rotgelb, schmierig
2. Wachstum auf Kartoffeln			Wie 1				
3. Sporenkeimungszeit bei Zimmertem- peratur	1.—5. Tag	1.—4. Tag	1.—5. Tag	5.—7. Tag	1.—4. Tag	5.—8. Tag	5.—7. Tag
4. Sporenbildungszeit bei Zimmertem- peratur	Vom 6. Tag	Vom 4. Tag	Vom 6. Tag	Vom 7. Tag	Vom 4. Tag	Vom 8. Tag	Vom 7. Tag

Art des Versuchs	Nummer der Bakterienform						
	8	9	10	11	12	13	14
1. Gelatineverflüssigung (Platten)	4. Tag	8. Tag	9. Tag	13. Tag	6. Tag	10. Tag	11. Tag
2. Wachstum auf Kartoffeln	Wie 7	Wie 7	Grau, dick, weich	Weiß, trocken, schwach	Dunkelbraun, trocken	Wie 12	Braungelb, trocken
3. Sporenkeimungszeit bei Zimmertem- peratur	1.—5. Tag	1.—5. Tag	1.—4. Tag	5.—8. Tag	1.—5. Tag	5.—7. Tag	4.—4. Tag
4. Sporenbildungszeit bei Zimmertem- peratur	Vom 6. Tag	Vom 6. Tag	Vom 4. Tag	Vom 8. Tag	Vom 6. Tag	Vom 7. Tag	Vom 4. Tag

Tabelle II (Fortsetzung).

Art des Versuchs	Nummer der Bakterienform						
	15	16	17	18	19	20	21
1. Gelatineverflüssigung (Platten)	—	—	10. Tag	10. Tag	7. Tag	7. Tag	8. Tag
2. Wachstum auf Kartoffeln	Braun	Goldgelb, dann gelbbraun	Weiß, dann grau	Schmutzig rotgelb	Schmutzig rosa	Dunkelbraun	Wie 20
3. Sporenkeimungszeit bei Zimmertemperatur	5.—7. Tag	1.—5. Tag	5.—8. Tag	1.—4. Tag	5.—7. Tag	1.—5. Tag	5.—8. Tag
4. Sporenbildungszeit bei Zimmertemperatur	Vom 7. Tag	Vom 6. Tag	Vom 8. Tag	Vom 4. Tag	Vom 7. Tag	Vom 6. Tag	Vom 8. Tag

Art des Versuchs	Nummer der Bakterienform						
	22	23	24	25	26	27	28
1. Gelatineverflüssigung (Platten)	7. Tag	—	7. Tag	—	—	—	—
2. Wachstum auf Kartoffeln	Grauweiß, runzelig	Grau-gelb, sehr feucht	Schwarz-braun	Braungelb, schmierig	Grau-rosa, sehr schmierig	Grau-gelb, mit weißem Schorf	Grau-rosa, trocken
3. Sporenkeimungszeit bei Zimmertemperatur	5.—7. Tag	5.—7. Tag	5.—7. Tag	1.—4. Tag	1.—4. Tag	5.—8. Tag	5.—8. Tag
4. Sporenbildungszeit bei Zimmertemperatur	Vom 7. Tag	Vom 7. Tag	Vom 7. Tag	Vom 4. Tag	Vom 4. Tag	Vom 8. Tag	Vom 8. Tag

11\*

### Untersuchungen über die Gründe der Resistenz der besprochenen Bakterien.

Wie ich schon in der Einleitung sagte, war meine erste Aufgabe, die Ursache zu finden, warum die von mir untersuchten Bakterienformen bei fraktionierter Sterilisation am Leben bleiben. Ich vermutete, daß bei den Bakterien, die der fraktionierten Sterilisation widerstehen, die Keimung vielleicht noch später, als nach 2 Tagen erfolgen möchte. In diesem Falle müßten nach der dritten Sterilisation noch lebensfähige Sporen vorhanden sein, die später auskeimen könnten. Dann mußte es bei geeigneter Veränderung des Sterilisationsintervalls oder mehr als dreimaliger Sterilisation aber möglich sein, auch bei diesen Formen eine vollständige Abtötung zu erzielen.

Um in der Keimungsfrage klar zu sehen, machte ich mehrere Versuche.

I. Zunächst setzte ich von meinen Bakterien wieder Hängetrophenkulturen an, bewahrte sie aber nicht im Brutzimmer, sondern bei gewöhnlicher Zimmertemperatur auf. Das geschah, weil ich ja Einblick in den Gang der Keimung zwischen 2 Sterilisationen gewinnen wollte; bei der üblichen fraktionierten Sterilisation findet dann aber auch die Aufbewahrung bei Zimmertemperatur statt. Dabei bekam ich folgende Ergebnisse:

#### Bakterienform No. 14.

Nach 24 Stunden sind erst sehr wenige Sporen gekeimt. Nach 48 Stunden hat die Zahl der Sporen abgenommen, ist jedoch noch immer sehr groß. Nach 3 Tagen ist noch immer eine ziemlich große Zahl ungekeimter Sporen vorhanden. Nach 4 Tagen ist ziemlich alles gekeimt. Nach einigen weiteren Stunden zeigen sich in manchen Stäbchen schon wieder Sporen. Nach 5 Tagen ist die Sporenbildung ziemlich weit verbreitet.

#### No. 15.

Nach 3 Tagen sind noch fast alle Sporen ungekeimt. Nach 5 Tagen ist noch etwa die Hälfte der Sporen vorhanden. Nach 7 Tagen sind noch immer einige Sporen vorhanden; in einzelnen Stäbchen bilden sich schon wieder neue Sporen.

#### No. 16.

Nach 1 Tage ist die Keimung schon weit fortgeschritten. Nach 3 Tagen ist noch immer reichlich die Hälfte der Sporen ungekeimt. Nach 5 Tagen ein dichtes Gewirr von Stäbchen und Sporen. Nach 6 Tagen keine alten Sporen mehr, aber in einem Teil der Stäbchen schon wieder neue Sporen.

#### No. 17.

Nach 5 Tagen zeigen sich die ersten Anfänge der Keimung, die nach 8 Tagen noch nicht beendet ist, als sich in manchen Stäbchen schon wieder Sporen bilden.

Die übrigen untersuchten Bakterien verhielten sich im ganzen ähnlich wie eine dieser 4 Formen, und zwar ließen sich anschließen:

An No. 14: No. 2, 5, 10, 18, 25 u. 26.

An No. 15: No. 4, 7, 13, 19, 22, 23 u. 24.

An No. 16: No. 1, 3, 8, 9, 12, 20.

An No. 17: No. 6, 11, 21, 27 u. 28.

Die Keimung tritt also entweder überhaupt sehr spät ein, oder aber sie verteilt sich über einen Zeitraum, der länger ist, als die bei der fraktionierten Sterilisation üblichen 2 Tage. Zu beachten ist, daß bei den Typen No. 15 und No. 17 das Ende der Keimung und der Beginn der neuen Sporenbildung zusammenfallen; denn dadurch kann unter Umständen eine Sterilisation zur Unmöglichkeit werden.

II. Der Versuch hatte den Nachteil, daß ich stets auf Schätzungen angewiesen war, was die Menge der gekeimten oder nichtgekeimten Sporen anbetraf.



Dem suchte ich in einer zweiten Versuchsreihe aus dem Wege zu gehen und die jeweils noch ungekeimten Sporen direkt zu zählen. In die Höhlung ausgeschliffener Objektträger brachte ich Sporen in Gelatine, um sie an einem Punkte festzuhalten. Zugleich wurde dabei die störende *Brown*sche Molekularbewegung ausgeschaltet. Diese Präparate beobachtete ich dann unter einem Mikroskop mit Kreutztisch, so daß eine exakte Einstellung bestimmter Sporen und eine genaue Durchforschung des Gesichtsfeldes möglich war. Die Untersuchung erfolgte wieder bei Zimmertemperatur aus den schon oben angegebenen Gründen.

No. 6.

Zu Beginn des Versuchs zählte ich 127 Sporen.

Nach 1 Tage waren 5 Sporen gekeimt; nach 2 Tagen 13 und nach 3 Tagen 17. Ein großer Teil der übrigen sah geschwollen aus. Nach 4 Tagen fand ich 37 Stäbchen, nach 5 Tagen 61. Nach 6 Tagen waren 79 Sporen gekeimt; in 4 Stäbchen lagen neue Sporen. Nach 7 Tagen waren 85 Sporen gekeimt; 12 Stäbchen trugen neue Sporen. Nach 8 Tagen waren 87 Sporen gekeimt. Die übrigen keimten überhaupt nicht. Die Bildung der neuen Sporen war nach 11 Tagen beendet.

No. 8.

Zu Anfang zählte ich 78 Sporen. Nach 4 Tagen keimten 2 Sporen. Nach 5 Tagen waren 7, nach 6 Tagen 25 Sporen gekeimt. Die übrigen keimten nicht, auch wurden keine neuen Sporen gebildet.

No. 9.

Die Keimung begann nach 2 Tagen. Von den anfangs vorhandenen 167 Sporen keimten aber im Verlauf von 6 Tagen nur 33. Auch blieb die Bildung neuer Sporen aus und die Vermehrung durch Teilung wurde bald eingestellt, so daß durch diesen Verlauf kaum die wirklichen Verhältnisse in Flüssigkeit gespiegelt sein dürften.

No. 12.

Nach 1 Tage waren von den 106 Sporen 12 gekeimt. 2 Stäbchen hatten sich schon geteilt. Nach 2 Tagen waren 57 Sporen gekeimt, nach 3 Tagen 86, nach 4 Tagen 95, nach 5 Tagen 99, nach 6 Tagen 102. Die übrigen 4 keimten nicht. Die Bildung der neuen Sporen begann nach 7 Tagen.

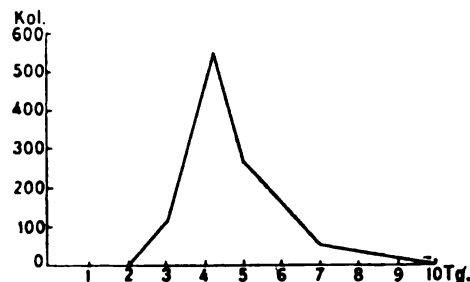
Bei dieser Versuchsreihe ist jedenfalls die schon erwähnte entwicklungshemmende Wirkung der Gelatine sehr in Betracht zu ziehen, die wohl noch verstärkt sein mag durch den starken Sauerstoffmangel, der durch die ganze Versuchsanordnung bedingt war. Ein Ersatz der Gelatine durch Agar war nicht angängig, weil er zu ungleichmäßig geliert, als daß eine Beobachtung in Agar bei starker Vergrößerung möglich wäre.

III. Gute Ergebnisse bekam ich dagegen mit Agar bei einem anderen Versuch, der auf die gleiche Frage Bezug hatte. Je 10 ccm Bouillonagar, den ich mit einer Platinöse voll Sporen beimpft hatte, brachte ich in Petrischalen, und zwar bewahrte ich sie bei Zimmertemperatur, auf der Deckelschale stehend, auf. So war es leicht, in den Agarplatten das Kolonienwachstum zu kontrollieren. Agar benutzte ich bei diesem Versuche, um der Verflüssigung der Gelatine durch viele Bakterien aus dem Wege zu gehen. Ich verfolgte den Verlauf der Keimung bei Zimmertemperatur 11 Tage lang. Jede Kolonie wurde bei ihrem Entstehen mit einem Tintenpunkt versehen, so daß eine doppelte Zählung ausgeschlossen war. Von der Zahl der auftauchenden Kolonien war ein direkter Rückschluß auf den Verlauf der Keimung möglich; ich greife wohl nicht fehl, wenn ich die Keimung selbst etwa 1 Tag vor dem makroskopischen Sichtbarwerden der Kolonie ansetze. Über den Gang der

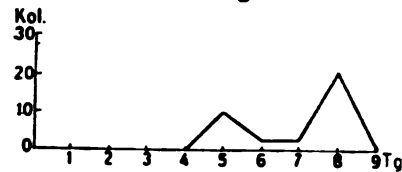
Keimung geben die Kurven 1—4 Aufschluß. Auf der Abszisse ist die Zeit, auf der Ordinate der Zuwachs an Kolonien aufgetragen.

Da das Wachstum bei den einzelnen Formen sehr verschieden stark war, konnte ich nicht überall den gleichen Maßstab wählen. Jedenfalls zeigen die Kurven auf das Deutlichste, daß die Keimung einerseits viel später eintritt und sich über einen längeren Zeitraum erstreckt, als bei sonstigen Bakterien, daß sie andererseits auch bei den von mir untersuchten Formen durchaus nicht einheitlich verläuft, liegen doch die Keimungsmaxima bei den beliebig herausgegriffenen 4 Arten, einmal am 4., einmal am 5. und 8., einmal am 7. und einmal am 8. Tage. Und in diesen Ergebnissen besteht ja auch Übereinstimmung zwischen allen 3 Versuchsreihen.

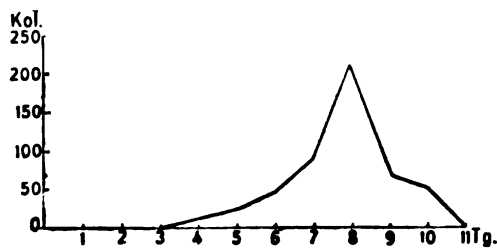
#### Kolonienwachstum im Verlauf von 11 Tagen.



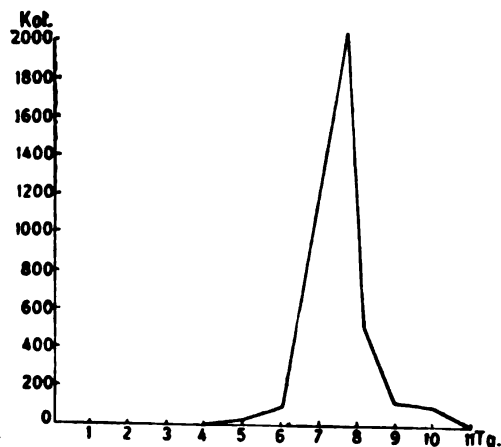
Kurve 1. Bakterium No. 1.  
Maßstab 1 : 100.



Kurve 2. Bakterium No. 10.  
Maßstab 1 : 10.



Kurve 3. Bakterium No. 19.  
Maßstab 1 : 50.



Kurve 4. Bakterium No. 26.  
Maßstab 1 : 200.

Um genauer festzustellen, daß hier tatsächlich wesentliche Unterschiede gegenüber leichter fraktioniert sterilisierbaren Formen vorliegen, setzte ich mit derartigen Bakterien Kontrollversuche an. Von vornherein sah ich von solchen ab, deren Sporen schon bei einmaligem Sterilisieren bei 100° getötet werden; denn in diesem Falle spielt ja die frühere oder spätere Keimung keine Rolle. Geeignet waren dagegen solche, die nach einmaliger Sterilisation bei 100° noch Wachstum zeigten, nach dreimaliger aber getötet waren.

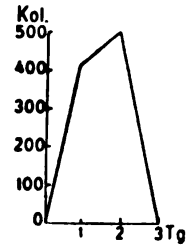
Derartige Bakterien isolierte ich aus Ackererde. Die Erdproben erhitzte ich in Hefewasser 20 Min. lang auf 100° und schied dadurch sofort diejenigen Formen aus, die dieser Temperatur nicht standhalten. Die weiter wachsenden Formen zog ich in Reinkulturen und wählte dann nach wiederholten Versuchen diejenigen aus, die der fraktionierten Sterilisation nicht widerstanden. Es waren das 2 Stäbchenformen. War meine Annahme richtig, so mußte die Keimung innerhalb der ersten 3 Tage beendet werden. Die Versuchsanordnung

war dieselbe, wie bei Versuch III mit den schwer sterilisierbaren Bakterien. Das Ergebnis veranschaulichen die Kurven 5 und 6.

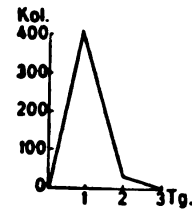
Die Keimungsmaxima lagen diesmal also am 2., bzw. schon am 1. Tage, d. h. viel früher als bei den schwer sterilisierbaren Formen. Beendet war die Keimung bei 5 und 6 schon am 3. Tage. Das Ergebnis entsprach also vollkommen meinen Erwartungen. Demnach darf ich wohl als erwiesen ansehen, daß die Schwersterilisierbarkeit eine Folge verzögerter Keimung ist. Natürlich wäre an anderer Stelle (vgl. p. 173 ff.) noch auf die Tatsache einzugehen, daß die schleppende Keimung durch geringe Durchlässigkeit der Sporenmembran für Wasser usw. verursacht wird.

Nachdem meine Voraussetzungen sich so als richtig erwiesen hatten und ein Einblick in die Gründe für die Schwersterilisierbarkeit der betreffenden Bakterien gewonnen war, durfte ich wohl vermuten, daß es tatsächlich möglich sein würde, die fraktionierte Sterilisation so abzuändern, daß auch diese Bakterien getötet würden.

Ich ging also zunächst daran, die fraktionierte Sterilisation zu variieren, um festzustellen, ob unter geeigneten Bedingungen die Bakterien doch bei 100° abzutöten wären. Dabei gab es wieder 3 Möglichkeiten:



Kurve 5.  
Leichtsterilisierbare Form.  
Maßstab 1 : 100.



Kurve 6.  
Leichtsterilisierbare Form.  
Maßstab 1 : 100.

Ich konnte erstens den Zeitraum zwischen den Sterilisationen unverändert lassen, also täglich sterilisieren, dafür aber die Temperatur des Aufbewahrungsortes erhöhen, denn in diesem Falle mußte nach den Ergebnissen meiner Hängetrophenkulturen die Keimung schneller eintreten. Oder aber ich konnte zweitens die Kulturen wie bisher in der Zwischenzeit bei Zimmertemperatur aufbewahren, dafür aber diese Zwischenzeit verlängern. Endlich konnte ich drittens das Intervall von 24 Stunden und auch die Aufbewahrung bei Zimmertemperatur festhalten, dafür aber die Zahl der Sterilisationen erhöhen. Alle 3 Versuche führte ich durch. Stets impfte ich Reagenzgläser, die 10 ccm Bouillon, bzw. Hefewasser enthielten, mit einer Platinöse voll Sporenmaterial, so daß in dieser Hinsicht möglichste Einheitlichkeit herrschte.

I. Röhren, die mit den Bakterien No. 1—13 beimpft waren, wurden an 3 aufeinanderfolgenden Tagen sterilisiert und in der Zwischenzeit bei 30° im Brutzimmer zur Beschleunigung der Keimung aufbewahrt. Die Röhren wurden nicht steril. Wie das nach meinen Resultaten mit Hängetrophenkulturen wohl zu erwarten war, mußten einzelne Stäbchen in den dazwischen liegenden 24 Stunden schon wieder Sporen gebildet haben, oder aber ein Teil der Sporen war erst nach mehr als 3 Tagen gekeimt. Daß jedenfalls der erste dieser Gründe mitbeteiligt war, geht daraus hervor, daß auch nach 4 und 5 maliger Sterilisation unter den gleichen Bedingungen es nicht gelang, die Bakterien abzutöten. Die Zeit der Sporenbildung ist aus der systematischen Übersicht zu entnehmen.

Daß manche Bakterien ihren Entwicklungsgang in 24 Stunden beendet hatten, ist um so mehr anzunehmen, als ja ein kurzes Aufkochen der Sporen die Keimung und damit den Ablauf der ganzen Entwicklung beschleunigen soll. Wenn das stimmt, muß natürlich eine Sterilisation bei 100° ebenso wirken.

Um in diesem Punkte ganz sicher zu gehen, kochte ich Sporen 5 Min. lang, beimpfte mit ihnen Agarplatten und setzte außerdem gleich stark geimpfte Parallelversuche mit ungekochtem Material an. In allen Fällen hatte ich nach 24 Stunden auf den Platten mit gekochten Sporen etwa doppelt so starkes Kolonienwachstum, als auf den anderen. Nach einigen Tagen glichen sich die Unterschiede aus. Danach konnte ich die obige Annahme wohl als bewiesen ansehen.

II. Da also Erhöhung der Aufbewahrungstemperatur nicht zum Ziele führte, begann ich jetzt mit Versuchen mit mehrtägigem Sterilisationsintervall und Aufbewahrung bei Zimmertemperatur. Dabei erzielte ich zum Teil gute Resultate. Zunächst arbeitete ich wieder mit den Bakterien No. 1—13. Bei einem Zwischenraum von 2 Tagen und dreimaliger Sterilisation blieben steril die Formen No. 2, 5, 9, 10 und 13; bei dreitägigem die Formen No. 7, 9, 11 und 13. Daß die Formen 2, 5 und 10 im zweiten Falle schon wieder unsteril wurden, ist wohl darauf zurückzuführen, daß ihnen ein Zeitraum von 3 Tagen schon genügte, um neue Sporen zu bilden. Allerdings hatte ich bei den Untersuchungen im Hängetrophen (vergl. p. 164) bei diesen 3 Formen erst am 4. Tage Sporenbildung feststellen können. Berücksichtigt man aber die oben erwähnte Beschleunigung der Keimung durch Erhitzen, so darf man in dem Zeitraum zwischen den Sterilisationen auch auf schnellere Keimung und damit schnellere Sporenbildung rechnen. Nach den Angaben auf p. 164 trat die Keimung in größerem Maßstabe nämlich erst am 2. Tage ein. Nehmen wir nun an, daß sie nach dem Erhitzen während der Sterilisation schon am 1. Tage erfolgte, so mußte auch der ganze Entwicklungsablauf 1 Tag früher, die Sporenbildung also in 3 Tagen beendet werden.

Gelang es bei einer Bakterienart nicht, sie mit einem der angegebenen Intervalle abzutöten, so war es nach dieser Methode überhaupt nicht mehr möglich. Lagen noch mehr Tage zwischen den Sterilisationen, wie das ja bei Formen nötig war, die am 7. Tage noch nicht die Keimung beendet hatten, so genügte die Zeit zwischen je zwei Sterilisationen auch bei Zimmertemperatur zur Bildung einer kräftigen Kahlhaut und auch wohl zur Beendigung des gesamten Entwicklungsganges bei den erst gekeimten Stäbchen, so daß damit schon wieder neues Sporenmaterial gegeben war.

Später machte ich noch einmal denselben Versuch mit den Formen No. 14, 15, 17, 18, 21 und 22. Um die Abnahme der Sporen und damit die Keimung verfolgen zu können, impfte ich nach jeder 2. und 3. Sterilisation eine Platinöse voll Flüssigkeit aus den einzelnen Röhrchen in Agarplatten, auf denen ich dann die Zunahme der Kolonienzahl beobachtete. Daß sie nicht so stark sein konnte, wie in den sterilisierten Röhrchen, liegt auf der Hand, denn auf den Platten arbeitete ich ja mit einer viel stärkeren Verdünnung. Dadurch bestand die Gefahr, daß auf den Plattenkulturen, die ich nach den Schlußsterilisationen anfertigte, unter Umständen gar kein Wachstum mehr eintrat, selbst wenn noch nicht alle Sporen abgetötet waren. Es bestand dann ja die Möglichkeit, daß von den vermutlich nur wenigen Sporen, die noch keimfähig waren, einmal in eine Platinöse voll Flüssigkeit keine mehr hineingelangte. Zur Kontrolle hatte ich dann ja aber stets die Originalröhrchen, in denen ich gleichfalls das Wachstum beobachtete. Daß diese Vorsicht nicht unnötig war, ist daraus ersichtlich, daß tatsächlich zwar nicht bei diesem, aber bei einem anderen, auf p. 170 erwähnten Versuche in einigen Fällen die Platten steril blieben, während in den Röhren mit unverdünntem Material noch Wachstum eintrat. Bei dem vorliegenden Versuche stimmten

die Ergebnisse in den Reagenzrohr- und den Plattenkulturen jedoch überein; d. h. nach 2maliger Sterilisation trat bei allen gewählten Intervallen noch Wachstum ein, nach 3maliger blieb es bei 2tägigem Intervall aus bei No. 14 und 18, bei 3tägigem bei No. 14.

Die Resultate der Plattenzählungen habe ich in den nachfolgenden Tabellen zusammengestellt.

Tabelle III, 1—5.

1. Kolonienzahl auf Platten, die mit Material aus zweimal mit zweitägigem Intervall sterilisierten Röhren beimpft wurden.

Nummer der Bakterien	Beobachtungstage								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	—	4	11	15	2	2	—	1	—
15	—	—	—	4	1	—	—	—	—
17	—	—	11	5	3	2	—	—	—
18	—	4	4	15	13	5	3	2	1
21	—	1	2	—	2	15	17	5	1
22	—	6	2	2	—	—	—	—	—

2. Beimpft aus dreimal mit zweitägigem Intervall sterilisierten Röhren.

Nummer der Bakterien	Beobachtungstage								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	1	—	—	—	—
17	—	—	3	1	1	—	—	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	—	—	—	1	—	—	—	—	—
22	—	—	1	—	—	3	1	—	—

3. Beimpft aus zweimal mit dreitägigem Intervall sterilisierten Röhren.

Nummer der Bakterien	Beobachtungstage								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	—	2	—	—	—	1	—	—	—
15	—	—	337	24	6	1	—	—	—
17	—	15	1	—	2	1	—	—	—
18	—	—	4	—	—	—	—	—	—
21	—	2	—	17	10	4	—	—	—
22	—	7	2	1	1	1	—	—	—

4. Beimpft aus dreimal mit dreitägigem Intervall sterilisierten Röhren.

Nummer der Bakterien	Beobachtungstage								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	5	—	—	5	1	—	—	—
17	—	3	4	—	1	—	—	—	—
18	—	—	—	—	1	1	—	—	—
21	1	4	—	4	2	2	—	—	—
22	2	—	—	2	—	1	—	—	—

## 5. Gesamtwachstum bei den obigen vier Versuchareihen.

Nummer der Bakterien	Versuchareihen			
	Zweitägiges Intervall		Dreitägiges Intervall	
	zweimal	dreimal	zweimal	dreimal
14	35	—	3	—
15	5	1	368	11
17	21	5	19	8
18	47	—	4	2
21	43	1	33	13
22	10	5	12	5

III. Bei den bisher erwähnten Versuchareihen hatte ich an der Dreizahl der Sterilisation festgehalten. Wie aus allen Tabellen hervorgeht, steht die Zahl der am Leben gebliebenen Sporen im umgekehrten Verhältnis zu der Zahl der Sterilisationen. Bei manchen Formen war schon nach 3maliger Sterilisation vollständige Abtötung erfolgt, bei denen nach 2maliger Sterilisation noch Wachstum eingetreten war. Die Vermutung lag also nahe, daß sich bei allen Formen das Wachstum würde vollständig vernichten lassen, wenn nur die Zahl der Sterilisationen groß genug gemacht würde.

Die einfachste mögliche Versuchsanordnung war dabei die, daß ich im übrigen an den Bedingungen der üblichen fraktionierten Sterilisation festhielt, daß ich also die Sterilisationen in einem Intervall von 24 Stunden aufeinander folgen ließ und die Röhren in der Zwischenzeit bei Zimmertemperatur aufbewahrte. Ich benutzte die Formen No. 1, 7, 9, 13, 14, 18, 22 und 25. Mit den einzelnen Arten beimpfte ich je 12 Hefewasserröhren, von denen ich je eins 1, 2... bis 12mal an aufeinanderfolgenden Tagen sterilisierte. Eine genaue Untersuchung nach anschließender 14tägiger Aufbewahrung im Brutzimmer ergab, daß die Röhren mit No. 1, 9, 13, 14, 25 bei mehr als 5maliger, die mit No. 7, 18, 22 bei mehr als 6maliger Sterilisation steril blieben.

Die größten Schwierigkeiten hatte es bisher immer gemacht, die Sterilisation bei Anwesenheit von Erde durchzuführen, d. h. wenn nicht eine einzelne, schwersterilisierbare Form in Reinkultur, sondern ein Gemenge verschiedener Bakterien vorlag. War meine Methode wirklich brauchbar, so durfte sie auch in diesem Falle nicht versagen. Ich machte die Probe, d. h. ich beimpfte und sterilisierte in der eben beschriebenen Weise Röhren mit Erdproben und zwar:

1. Mit Ackerboden des Göttinger landwirtschaftlich-bakteriologischen Instituts,
2. mit Lehm aus der Nähe von Osnabrück,
3. mit Ackerboden aus der Nähe von Osnabrück,
4. mit Wesermarsch aus der Nähe von Nienburg,
5. mit Marsch aus der Nähe von Oldenburg.

Es ergab sich, daß mehr als 7mal sterilisierte Röhren stets steril blieben.

Demnach darf ich die Frage der Abtötung schwer sterilisierbarer Bakterien bei 100° durch genügende Erhöhung der Anzahl von Sterilisationen wohl als gelöst betrachten, während eine Verlängerung des Intervalls nur in wenigen Fällen zum Ziele führte. Dabei möchte ich nochmals betonen, daß diese Lösung sich einzig auf die auch der gewöhnlichen fraktionierten Sterilisation zugrunde liegende Tatsache gründet, daß nach jeder Sterilisation durch Abtötung der gekeimten Bakterien die Zahl der noch lebensfähigen Sporen vermindert ist, bis sie ganz verschwindet.

In welchem Maße diese Abnahme der Sporen vor sich geht, will ich zum Schluß noch durch einige Tabellen illustrieren. Es handelt sich um Sterilisationen im Zwischenraum von wenigen Stunden bei Aufbewahrung im Brutzimmer (30°) während der Zwischenzeit. Bei der ersten Versuchsreihe ließ ich 1, bzw. 2, 3 oder 4mal 3 Stunden, bei der zweiten 1, bzw. 2mal 6 Stunden und bei der dritten 1. bzw. 2mal 12 Stunden zwischen den Sterilisationen so daß die erste Gruppe 2, bzw. 3, 4 oder 5mal, die zweite und dritte 2, bzw. 3mal sterilisiert wurden. Die Versuchsanordnung war dieselbe wie bei Versuch II, p. 167 ff., d. h. es wurden nach den einzelnen Sterilisationen in der dort beschriebenen Weise Agarplatten beimpft, auf denen dann das Kolonienwachstum beobachtet wurde.

Nur war die Art der Fragestellung insofern etwas anders, als es mir im vorliegenden Falle weniger darauf ankam, bis zur vollständigen Sterilisation zu gelangen, als möglichst genau den Grad der Sporenabnahme zu verfolgen. Wenn indessen diese letzte Frage bei dem oben erwähnten Versuche auch nicht im Vordergrund stand, so empfiehlt es sich doch, die dortigen Tabellen, besonders No. II, 5 hier zum Vergleich mit heranzuziehen. Bei diesem Versuche benutzte ich die Bakterien No. 1, 10, 19 und 27. Die Beobachtung der Platten setzte ich 10 Tage lang fort. Spätestens mit dem 7. Tage hörte indessen in allen Fällen das Wachstum neuer Kolonien auf. Setzt man jedoch hier den beschleunigenden Einfluß der Sterilisation für die Keimung in Rechnung, so darf man wohl annehmen, daß ohne dieses Erhitzen die Keimung frühestens am 8. Tage beendet worden wäre.

Besonders die Tabelle No. IV, 9 zeigt gut, wie die Sporenzahl bei häufigerer Sterilisation zurückgeht. Die übrigen Tabellen sind auch insofern von Interesse, als aus ihnen hervorgeht, daß im Vergleich mit den Kurven 1—4 das Maximum der Sporenkeimung verschiedentlich anders liegt, als nach den Versuchen über zeitliche Verteilung der Sporenkeimung in unsterilisiertem Material zu erwarten war. Vermutlich ist das eine Folge des wiederholten Erhitzens.

Tabelle IV, 1—9.

1. Wachstum auf Platten, die mit Material aus zweimal mit dreistündigem Intervall sterilisierten Röhrchen beimpft wurden.

Nummer der Bakterien	Beobachtungstage							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	32	10	6	—	—	4	2	—
10	8	38	—	—	9	—	1	—
19	—	49	20	33	30	6	2	—
27	4	24	13	3	4	—	—	—

2. Beimpft aus dreimal mit dreistündigem Intervall sterilisierten Röhrchen.

Nummer der Bakterien	Beobachtungstage							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	—	19	—	1	2	1	—	—
10	—	14	4	7	7	1	—	—
19	—	11	25	36	17	4	3	—
27	—	9	—	—	6	—	—	—

## 3. Beimpft aus viermal mit dreistündigem Intervall sterilisierten Röhren.

Nummer der Bakterien	Beobachtungstage							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	—	—	2	6	3	5	3	—
19	10	45	—	3	—	2	—	—
27	—	—	—	—	1	—	—	—

## 4. Beimpft aus fünfmal mit dreistündigem Intervall sterilisierten Röhren.

Nummer der Bakterien	Beobachtungstage							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	—	2	—	1	—	—	—	—
10	—	9	10	2	1	—	—	—
19	—	8	—	—	—	—	—	—
27	—	—	—	—	—	1	—	—

## 5. Beimpft aus zweimal mit sechstündigem Intervall sterilisierten Röhren.

Nummer der Bakterien	Beobachtungstage							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	—	40	2	12	9	1	1	—
10	—	11	15	30	41	8	2	—
19	—	9	13	8	24	4	2	—
27	—	1	1	1	—	—	—	—

## 6. Beimpft aus dreimal mit sechstündigem Intervall sterilisierten Röhren.

Nummer der Bakterien	Beobachtungstage							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	—	—	1	10	5	15	11	—
10	—	11	2	3	10	3	2	—
19	—	—	—	—	—	—	—	—
27	—	—	—	—	1	—	—	—

## 7. Beimpft aus zweimal mit zwölfstündigem Intervall sterilisierten Röhren.

Nummer der Bakterien	Beobachtungstage							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	—	27	15	9	2	1	—	—
10	—	13	7	10	5	2	1	—
19	—	7	15	7	11	3	1	—
27	—	—	1	2	1	—	—	—



## 8. Beimpft aus dreimal mit zwölfstündigem Intervall sterilisierten Röhrchen.

Nummer der Bakterien	Beobachtungstage							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	—	17	11	4	3	1	—	—
10	—	7	7	4	1	—	—	—
19	—	—	—	—	1	—	—	—
27	—	—	—	—	—	—	—	—

## 9. Gesamtwachstum bei den obigen acht Versuchsreihen.

Nummer der Bakterien	Versuchsreihen							
	3tündiges Intervall				6tünd. Intervall		12tünd. Intervall	
	2mal	3mal	4mal	5mal	2mal	3mal	2mal	3mal
1	54	23	19	3	65	42	54	36
10	56	33	24	22	107	31	38	19
19	140	96	60	8	60	—	44	1
27	48	15	1	1	3	1	4	—

## Untersuchungen über Verlust und Zurückgewinnung der Resistenz.

Nach einigen Beobachtungen, die ich im Laufe dieser Arbeit zufällig machte, schien es, als ob die Schwersterilisierbarkeit eine nicht so konstante Eigenschaft wäre, wie man wohl hätte erwarten können. Dafür sprachen auch die auf p. 142 erwähnten Untersuchungen C. v o n W a h l s, über die Vergrößerung der Resistenz durch den Einfluß von Erde. Tatsächlich machte ich denn auch die Erfahrung, daß das Medium für die größere oder geringere Widerstandsfähigkeit der Sporen von größter Bedeutung ist.

Wie ich schon oben erwähnte, habe ich die Bakterien No. 1—13 5 Monate länger bearbeitet, als die übrigen. Ich habe sie während dieser Zeit häufig in neue Röhrchen mit derselben Nährlösung weiter geimpft und dadurch immer neue Generationen erzielt. In einer anderen Versuchsreihe habe ich das Weiterimpfen immer auf Kartoffeln, also einem festen Nährboden, vorgenommen. In entsprechender Weise ging ich auch bei den übrigen Formen vor; nur war die Zahl der Umimpfungen und damit der aufeinanderfolgenden Generationen in diesem Falle der kürzeren Zeit halber natürlich gering.

Nach insgesamt 7 Monaten unterwarf ich dann beide Gruppen erneut der fraktionierten Sterilisation. Dabei ergab sich, daß jetzt alle Bakterien der ersten Gruppe und außerdem No. 14, 15, 21, 23 und 25 fraktioniert sterilisierbar geworden waren, jedoch nur, soweit sie im flüssigen Substrat gezogen waren. Die auf Kartoffeln kultivierten ließen sich nach wie vor nicht abtöten. Die in Flüssigkeit gezüchteten Bakterien mußten also entweder jetzt schneller keimen, oder ihre Sporen mußten die Widerstandsfähigkeit verloren haben. War das Nachlassen der Resistenz nur eine Folge beschleunigter Keimung, so mußten die Sporen nach wie vor eine e i n m a l i g e Sterilisation bei 100° lebend überdauern. Lag der Grund hingegen in einer verminderten Widerstandsfähigkeit der Sporen, d. h. waren diese nicht mehr imstande, eine Temperatur von 100° zu ertragen, so mußten die betr. Formen in die Gruppe der durch einmalige Sterilisation abtötbaren Bakterien eingerückt sein.

Der Versuch ergab, daß die Bakterien einer einmaligen Sterilisation nicht mehr widerstanden. Folglich war die Widerstandsfähigkeit der Sporen gesunken.

Da eine Anzahl der Formen aus der 2. Gruppe auch schon leicht sterilisierbar geworden war, kann ich zusammenfassend wohl sagen, daß ein 2—5 Monate lang häufig wiederholtes Umimpfen schwer sterilisierbarer Bakterien in flüssigem Nährboden genügt, um ihnen die Resistenz gegen Temperaturen von 100° zu nehmen.

Wollen wir verstehen, wie das überhaupt möglich ist, so müssen wir noch einmal auf die Gründe der Resistenz gegen fraktionierte Sterilisation zurückkommen. Wir haben festgestellt, daß sie eine Folge der schleppenden Keimung ist. Dabei müssen wir uns aber darüber klar sein, daß die Keimungsverhältnisse allein vollkommen unwirksam sein würden, wenn sie sich nicht mit Eigenschaften der Sporen paarten, die diesen gestatteten, die Siedetemperatur ungeschädigt längere Zeit zu ertragen. Letzten Endes hätten wir uns also zu fragen, warum die Sporen der betreffenden Bakterien diese große Widerstandsfähigkeit haben. Berücksichtigt man dabei die Tatsache, daß allgemein Samen (10) und dergleichen, auch Bakterien und deren Sporen im angetrockneten Zustande viel schwerer durch Hitze zu töten sind, als im durchfeuchteten, so liegt die Vermutung nahe, daß die resistenten Sporen vielleicht ihre Widerstandsfähigkeit einer besonders geringen Durchlässigkeit der Membran für Flüssigkeit verdanken könnten.

Besonders geeignet zum Studium dieser Widerstandsfähigkeit schienen mir Formen, von denen ich schwersterilisierbare Rassen neben solchen hatte, die infolge wiederholten Umzüchtens, ihre Schwersterilisierbarkeit verloren hatten. Ließen sich zwischen beiden Unterschiede feststellen, so war anzunehmen, daß es sich dabei um Eigenschaften handelte, die für die Schwersterilisierbarkeit von wesentlicher Bedeutung sind.

Es gelang mir nun tatsächlich, in mehreren Versuchen eine Verschiedenheit im Verhalten der Sporenmembran bei beiden Gruppen nachzuweisen:

I. Ich verglich die Färbbarkeit der Sporen beider Gruppen durch Karbol-fuchsin. Dabei durfte ich die Sporen natürlich nicht in der sonst üblichen Weise durch Erhitzen farbdurchlässig machen. Ich zog die Deckgläschen vielmehr nur zum Fixieren dreimal durch die Flamme und ließ die Farbe dann ohne Erwärmen auf dem Deckglas einwirken. Naturgemäß drang die Farbe dabei auch bei den leicht sterilisierbaren Gruppen nur langsam ein. Das Ergebnis war nach 9 Stunden folgendes:

- a) Leicht sterilisierbar.
  - No. 1. Die Sporen sind rosa gefärbt.
  - No. 10. Die Sporen sind ausgesprochen rot.
  - No. 19. Die Sporen sind rosa.
  - No. 26. Die Sporen sind dunkelrot.
- b) Schwer sterilisierbar:
  - No. 1 ungefärbt.
  - No. 10 „
  - No. 19 „
  - No. 26 soeben beginnende Färbung.

Zwischen beiden Gruppen zeigten sich also deutliche Verschiedenheiten, die auf eine größere Durchlässigkeit der Membran bei a) schließen lassen. Das trat bei dem nächsten Versuch noch klarer hervor.

II. Nachdem ich die Einwirkung der Farbe 24 Stunden lang fortgesetzt hatte, waren alle Sporen von a) und b) vollständig durchgefärbt. Darauf

ging ich zur Entfärbung über unter Benutzung von Säure-Alkohol (Alkohol + 1 Proz. Schwefelsäure). Dabei hielten die Sporen bei b) die Farbe vollständig, während sie bei a) nach 30—50 Sekunden verloren ging. Also ein Analogon zu den Unterschieden, die sonst zwischen Sporen und vegetativen Bakterien bestehen. Offenbar fand der Säure-Alkohol bei b) keinen Eingang.

III. Zu dem gleichen Ergebnis führte ein 3. Versuch. Ich brachte Sporen von a) und b) auf je einem Objektträger unter 2 Mikroskope, setzte beiden Präparaten dann gleichzeitig einen Tropfen Eau de Javelle zu und beobachtete, wann eine deutliche Verquellung der Sporenmembranen wahrzunehmen war. Das geschah bei Formen der Gruppe a) durchschnittlich nach 10—15 Min., bei denen der Gruppe b) nach 40—50 Min. Augenscheinlich war also wiederum die Gruppe b) die widerstandsfähigere.

Zusammenfassend, ließe sich also sagen, daß, aller Wahrscheinlichkeit nach, die größere Widerstandsfähigkeit der Sporen schwersterilisierbarer Bakterien gegen Temperaturen von 100° eine Folge geringerer Durchlässigkeit der Sporenmembranen ist.

Es läßt sich ja auch sehr gut vorstellen, daß durch größeren Wasserreichtum des Substrats die Membran lockerer und damit wasserdurchlässiger gemacht werden kann. Das ist aber ein Ergebnis von großer Tragweite auch in anderer Hinsicht. Der Keimungsprozeß steht nämlich mit dem Grade der Durchlässigkeit gleichfalls in engem Zusammenhange. Zu Beginn der Keimung treten durch die Sporenwandung Wasser und Nährstoffe in das Innere. Eine Quellung setzt ein und führt schließlich zum Zerreißen der Membran. Ist nun eine Sporenmembran besonders wenig wasserdurchlässig, so wird der Eintritt des Wassers nur langsam erfolgen. Mithin kann dann aber auch die Keimung erst später eintreten, als bei Formen mit leicht durchlässiger Membran. Somit wäre die langsame Keimung der resistenten Formen eine natürliche Folge der geringen Durchlässigkeit der Sporenmembranen. An sich würden diese Tatsachen wahrscheinlich imstande sein, auch eine Erklärung für die verminderte Widerstandsfähigkeit der in Flüssigkeit gezogenen Formen zu liefern. Infolge des schnelleren Eindringens von Wasser durch die durchlässiger gewordenen Membranen wird vermutlich eine Beschleunigung des Keimungsprozesses erzielt. Die Bakterien könnten dadurch also u. U. der fraktionierten Sterilisation zugänglich werden.

Für die Praxis haben diese Vorgänge aber keine Bedeutung, da ja, wie ich p. 173 ausführte, die Sporenmembranen so geschwächt sind, daß die Sporen schon bei der ersten Sterilisation getötet werden, so daß es zu einer Keimung überhaupt nicht kommt.

Jetzt glaube ich auch, die Erklärung für die auf p. 167 erwähnte Beschleunigung der Keimung durch Aufkochen geben zu können. Es werden dabei die Sporenmembranen mürber werden, das Wasser wird leichter eindringen können, und damit wird in der schon erwähnten Weise der ganze Keimungsprozeß schneller ablaufen. Das Erhitzen in Flüssigkeit wird also dieselbe Bedeutung haben wie das trockene Erhitzen bei Sporenfärbung: die Sporenmembran wird durchlässiger gemacht.

Die Bedeutung des Mediums für die Resistenz der Sporen geht aber noch weiter; ist es doch sogar möglich, leicht sterilisierbar gewordene Bakterien wieder resistent zu machen. Hierher gehören die schon mehrfach erwähnten Versuche v. Es m a r c h s und W a h l s, welche den Bakterien durch Antrocknen auf Erde ihre Resistenz zurückgaben. Ich selbst kam zu ähnlichen Ergebnissen.

Ich sterilisierte Ackererde, Sand und Kaolin im Autoklaven und ließ dann Sporen der leicht sterilisierbar gewordenen Bakterien darauf antrocknen. In allen Fällen wurden sie nach wenigen Wochen wieder resistent gegen fraktionierte Sterilisation.

Jedenfalls beansprucht diese Eigenschaft der Erde und erdiger Stoffe großes Interesse. Offenbar beruht hierauf das häufige Vorkommen schwersterilisierbarer Formen in Erde. Mir scheint es sogar, daß man nicht die Möglichkeit von der Hand weisen dürfte, daß vielleicht viele, aus beliebigen flüssigen Substraten isolierte, leicht sterilisierbare Bakterien mit resistenten Erdformen identisch, nur durch die Vorgeschichte in diesem einen Punkte abgewandelt wären. Sollte sich diese Vermutung als stichhaltig erweisen so müßte es also möglich sein, umgekehrt, wie ich resistenten Formen ihre Widerstandsfähigkeit nahm, auch leicht sterilisierbare durch dauernde Kultur in erdigen Substraten in schwer sterilisierbare umzuzüchten. Das würde aber nicht weniger bedeuten, als daß eine systematische Trennung schwer und leicht sterilisierbarer Bakterien tatsächlich nicht durchführbar wäre.

### Einfluß von Sauerstoff auf die Bakterienkeimung.

Nach den gewonnenen Ergebnissen könnte man auf den Gedanken kommen, daß das von mir vorgeschlagene vieltägige Sterilisationsverfahren geeignet wäre, auch in der Praxis, speziell im Haushalt, angewandt zu werden. Das ist jedoch nicht in allen Fällen angängig.

Durch ihr ganzes physiologisches Verhalten hatten die hier untersuchten Bakterien sich als ausgesprochen aerobiotisch erwiesen. So kam ich auf die Vermutung, ob sie nicht, wie viele andere aerobiotische Formen, bei Verringerung des Sauerstoffs die Keimung einstellen würden. War das der Fall, so ließ sich damit die an sich doch auffällige Tatsache der guten Haltbarkeit von Konserven in Weckgläsern und ähnlichen Gefäßen nach nur einmaliger Sterilisation (11) erklären. Denn da bei diesen der Gummiverschluß wohl ein Entweichen der Luft beim Erhitzen, nicht aber einen Wiedereintritt derselben beim Erkalten gestattet, entsteht über den konservierten Nahrungsmitteln ein luftverdünnter Raum, der die Keimung der noch vorhandenen Sporen unmöglich macht.

Um mir darüber Klarheit zu verschaffen, setzte ich 3 Versuche an:

I. Ich impfte Sporen sämtlicher Formen in Bouillon, der ich etwas Methylenblau zusetzte. Dann überschichtete ich die Flüssigkeit in allen Röhrchen hoch mit Paraffin. Das Methylenblau benutzte ich als Indikator; es wird bei Abwesenheit von Sauerstoff durch Wasserstoffanlagerung entfärbt. Nach einigen Tagen war diese Entfärbung fast vollständig eingetreten, Sauerstoff mithin nur noch in Spuren vorhanden. Die Keimung blieb vollständig aus, während sich in Parallelkulturen ohne Paraffinschicht bald lebhaftes Wachstum zeigte.

II. Die mit Sporen beimpften Bouillonröhrchen wurden in ein geeignetes Gefäß gebracht, das ich dann unter Benutzung einer Wasserstrahlluftpumpe bis auf 56 mm Hg Druck auspumpte. Nach 14 Tagen war noch keine Keimung eingetreten bei einer Temperatur von 35°. Als ich die Röhrchen dann herausnahm und in der gewöhnlichen Atmosphäre ins Brutzimmer stellte, wurde schon in 24 Stunden eine Kahlhaut gebildet.

III. Um den Sauerstoff vollständig zu entfernen, brachte ich die beimpften Bouillonröhrchen in ein Gefäß nach Omelianski, in dem ich gleichzeitig etwas Pyrogallussäure mit Kalilauge zusammengeschüttet hatte. Der Verschluß geschah durch einen aufgeschliffenen Deckel, der auch noch mit Quecksilber umgeben wurde. Auch diesmal blieb das Wachstum gänzlich aus.

Danach darf ich wohl annehmen, daß die untersuchten Bakterien tatsächlich nur bei Gegenwart von Sauerstoff keimen.

Das ist aber für die praktische Anwendbarkeit meiner Versuche von größter Bedeutung. Die von mir vorgeschlagene vieltägige Sterilisationsmethode ist dadurch nämlich in all den Fällen nicht brauchbar, wo die Sterilisation in Gefäßen geschieht, deren Konstruktion ein Entweichen von Luft während des Erhitzens und damit das Entstehen eines luftverdünnten Raumes über den Konserven, gestattet, also z. B. in den erwähnten Weckgläsern. Schon nach 1maliger Sterilisation wird dort nämlich die Keimung der noch vorhandenen Sporen wegen Sauerstoffmangel unterbleiben. Eine relative Sterilisation, d. h. eine Verhinderung der Zersetzung, wäre damit erreicht. Bis zur absoluten Sterilisation, d. h. zur Abtötung alles vorhandenen Bakterienmaterials, wird man aber nie gelangen, weil das Erhitzen beliebig oft wiederholt werden kann, ohne daß die resistenten Sporen getötet werden, weil sie nicht keimen können.

### Zusammenstellung der Resultate.

Zum Schluß möchte ich noch einmal die im Laufe der Arbeit gewonnenen Ergebnisse zusammenstellen:

1. Nicht in allen Bodenarten kommen schwer sterilisierbare Bakterien vor. Die Gründe für ihr Fehlen an manchen Stellen konnte ich nicht ermitteln. Meine ursprüngliche Vermutung, daß ein Boden, in welchem sie fehlten, vielleicht saurer wäre, als die anderen, erwies sich als nicht stichhaltig.

2. Da die aufgefundenen Formen in wesentlichen Punkten Übereinstimmung zeigen, gehören sie anscheinend zu einem Kreise von Formen, welche physiologisch verwandt sind, auch in räumlich weiter getrennten Gebieten.

3. Auch durch ein recht beträchtliches Alter trocken aufbewahrter Sporen — 13 Jahre — werden Keimkraft und Resistenz nicht beeinflusst.

4. Die Schwersterilisierbarkeit liegt darin begründet, daß die widerstandsfähigen Sporen erst spät mit der Keimung beginnen, oder daß die Keimung sich über einen langen Zeitraum erstreckt. Gelegentlich kann auch Sporenneubildung beteiligt sein.

5. Der einfachste Weg, der eine völlige Abtötung der Bakterien gewährleistet, ohne daß die Temperatur von 100° überschritten wird, ist eine mindestens 7malige Sterilisation an aufeinanderfolgenden Tagen unter Aufbewahrung bei Zimmertemperatur während der Zwischenzeit.

6. Die größere Widerstandsfähigkeit der Sporen schwersterilisierbarer Bakterien hat ihren Grund in geringerer Durchlässigkeit der Membranen.

7. Nach häufigem Umimpfen in Flüssigkeit — die erforderliche Zeit schwankt zwischen 2 und 5 Monaten — geht die Resistenz der Sporen verloren. Auf festem Nährboden bleibt sie erhalten. Das erklärt sich durch die unter dem Einfluß flüssiger Substrate allmählich gewonnene Durchlässigkeit der Sporen, welche einerseits die Keimung beschleunigt, andererseits die Abtötbarkeit der Sporen erleichtert.

8. Bei Antrocknen der Sporen auf Erde, Sand oder Kaolin gewinnen sie in wenigen Wochen die Resistenz zurück.

9. Die untersuchten Formen sind stark aërobiotisch. Durch Herabsetzung der Sauerstoffspannung läßt sich die Keimung verhindern. Doch werden die

Sporen dabei nicht geschädigt, sondern keimen, sobald der Druck wieder auf die ursprüngliche Höhe gebracht wird. Dadurch wird die Methode praktisch unanwendbar in allen Fällen, wo während der Sterilisation ein Entweichen von Luft möglich ist.

#### Literatur.

1. Benecke, Bau und Leben der Bakterien. S. 209.
2. Blau, Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 15. S. 97.
3. Christen, Mitteil. a. d. Klinik. d. Schweiz. 3. Reihe. 1895. H. 2.
4. Eisenberg, Bakteriologische Diagnostik.
5. Engberding, Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 23. S. 569.
6. v. Esmarch, Zeitschr. f. Hyg. Bd. 5. 1888. S. 67.
7. Flüge, Mikroorganismen.
8. Globig, Zeitschr. f. Hyg. Bd. 3. 1888. S. 294 u. 322.
9. Hesse u. Niedner, Zeitschr. f. Hyg. Bd. 29. S. 454.
10. Kehler, [Dissert.] Königsberg 1904.
11. A. Koch, In Lafár, Handb. d. Mykol. Bd. 2. S. 440.
12. Lehmann u. Neumann, Atlas und Grundriß der Bakterien.
13. C. v. Wahl, Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 16. 1906. S. 489.

#### Anmerkungen zu den Tafeln.

1. Die Nummern bei den Abbildungen der Bakterien entsprechen den Nummern bei der Beschreibung im Text.

2. Die zweite Tafel No. 1—28 umfaßt Abbildungen der auf Gelatineplatten gewachsenen Kolonien, soweit sie irgendwie bemerkenswert waren. Alle sind schwach vergrößert. Nur 19 b ist auf einer Agarplatte gewachsen; natürliche Größe. 19 a, I ist eine Oberflächen-, 19 a II eine Tiefenkolonie.

*Nachdruck verboten.*

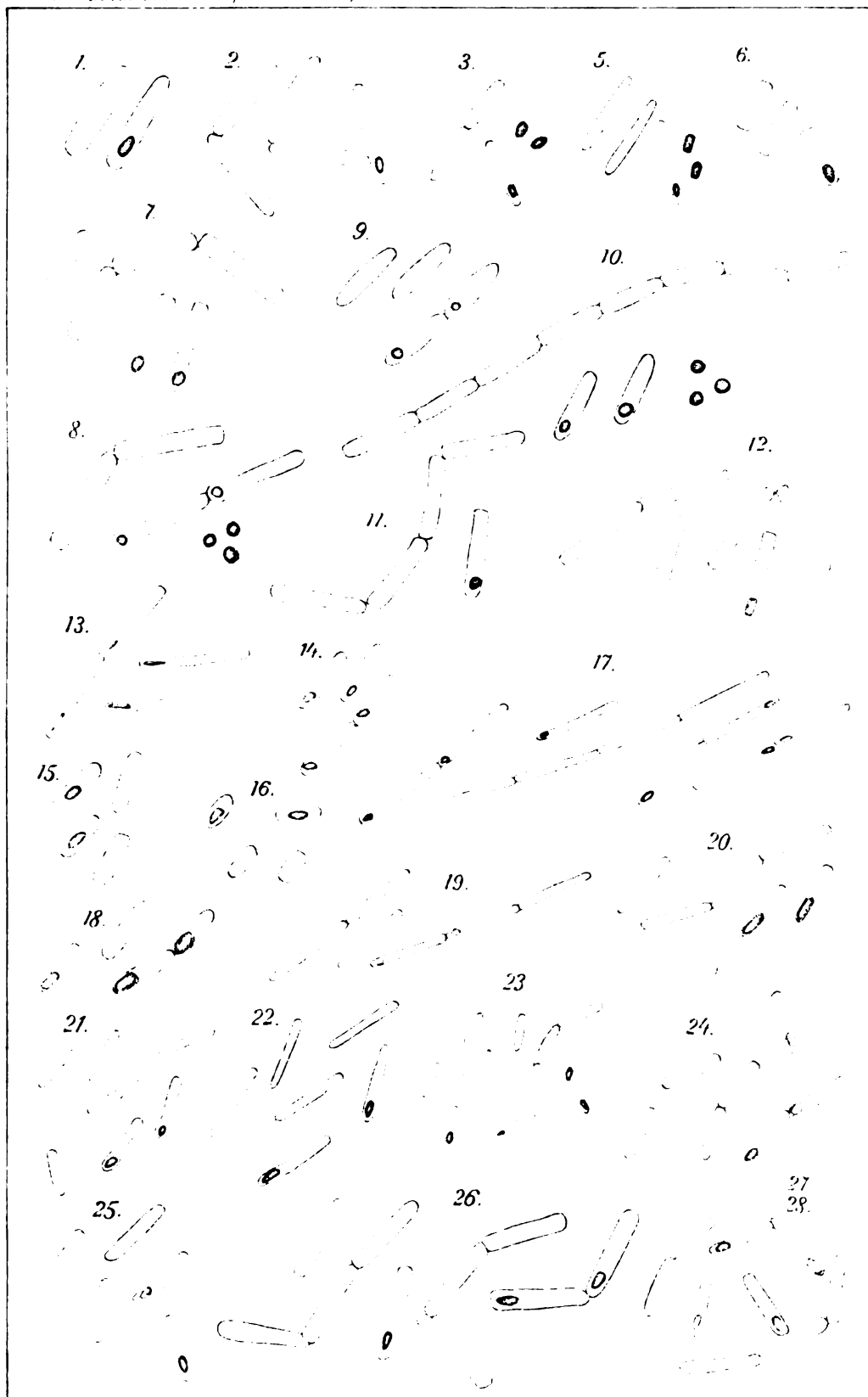
## Die Bedeutung des Habitusbildes für die Diagnostik von Pflanzenkrankheiten.

Von F. W. Neger, Tharandt.

In sehr vielen Fällen kann das Krankheitsbild zweifellos als Kriterium für die Diagnostizierung einer Krankheit angesehen werden; es braucht nur an die Bildung von Krebsbeulen, von Hexenbesen, von bestimmten Formen von Blattflecken u. dergl. erinnert zu werden, welche dem Erfahrenen wertvolle Winke hinsichtlich des Wesens einer Krankheit sowie ihrer Urheber geben.

Häufig aber werden die äußerlich sichtbaren Erscheinungen als Symptome bestimmter Krankheiten doch überschätzt; namentlich gilt dies von den Verfärbungen der Gewebe, welche mit gewissen Erkrankungen Hand in Hand gehen.

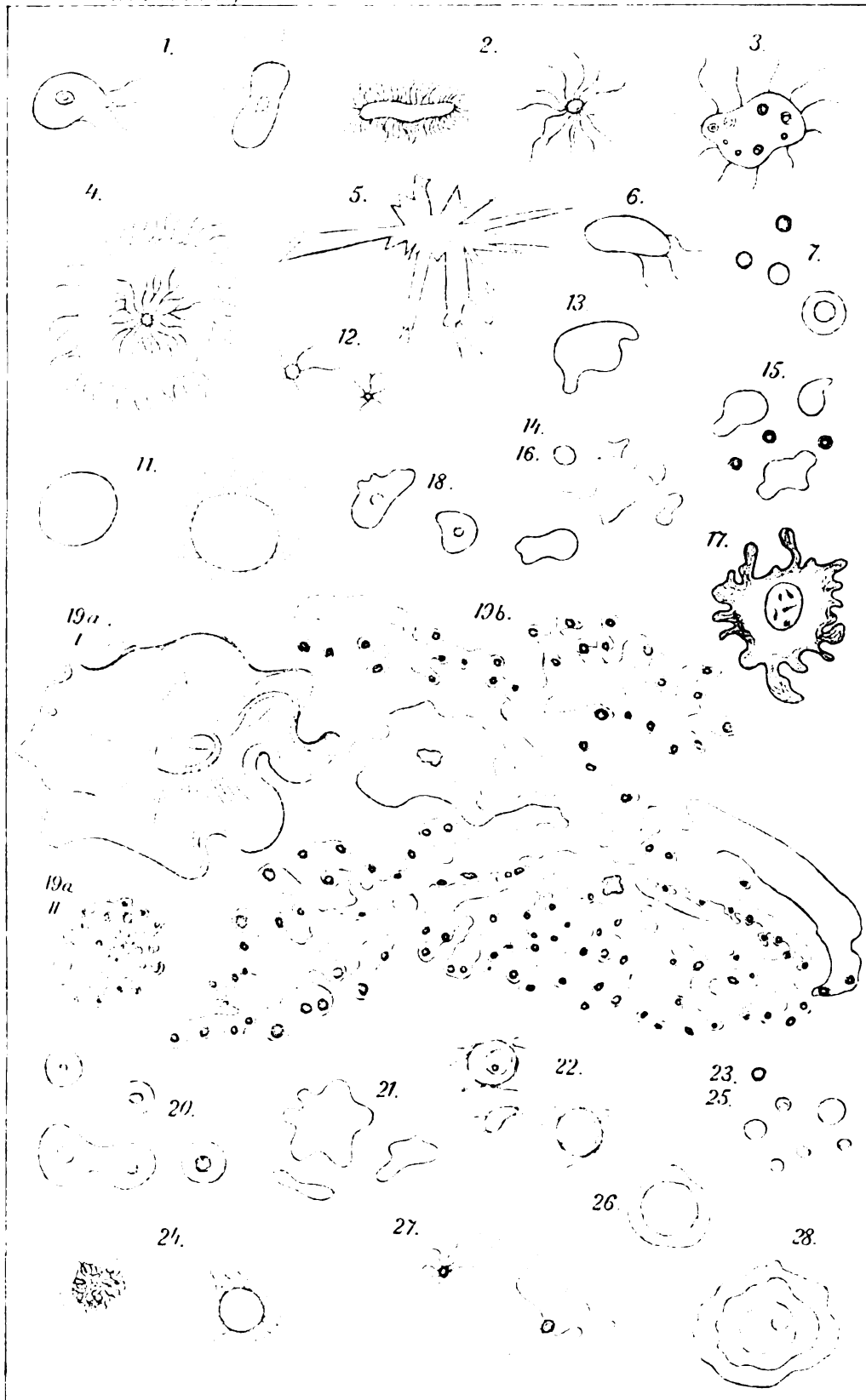
Insbesondere wird von Praktikern häufig der große Fehler begangen, aus Gleichheit oder Ähnlichkeit des Krankheitsbildes ohne weiteres auf die Identität der Ursachen zu schließen. Man übersieht dabei ganz, daß das Krankheitsbild durch zwei Gruppen von Faktoren zustande kommt, näm-



Vergrößert: Gustav Fischer, Leipzig







Verlag v. Gustav Fischer in Jena

Dr. W. v. Eckmann



lich 1. die auf die Tötung der lebenden Zellen gerichteten Einflüsse (die sehr verschiedener Natur sein können) und 2. sog. postmortale Vorgänge, d. h. Veränderungen, die sich in den abgetöteten Zellen oder Geweben abspielen und die in der Regel vollkommen gleichartig verlaufen werden, also zu durchaus übereinstimmenden Krankheitsbildern führen werden, selbst dann, wenn die Krankheitsursachen verschieden waren.

Welche Bedeutung diesen postmortalen Vorgängen zukommt, soll im folgenden an einigen Beispielen erläutert werden:

Die bekannte Schrotschußkrankheit der Süßkirschen (verursacht durch *Clasterosporium carpophilum*)<sup>1)</sup> wird in der Regel wie folgt beschrieben: „Auf den Blättern entstehen kreisrunde oder elliptische, rote Flecken, welche schließlich ausfallen, so daß das Blatt wie von Schrotschüssen durchlöchert erscheint.“

Diese Schilderung trifft nur zu, wenn die befallenen Blätter der vollen Lichtwirkung ausgesetzt sind. In diesem Jahre beobachtete ich eine starke Infektion durch *Clasterosporium carpophilum* an jungen Kirschbäumchen, die im Schatten eines dichten, keinen Sonnenstrahl eindringen lassenden Gebüsches von *Sambucus nigra* erwachsen waren. Das Krankheitsbild war das übliche, bis auf die Rotfärbung der abgestorbenen, später ausfallenden Blattpartien; dieselben waren nicht rot, sondern rein grün, oder höchstens etwas verblaßt.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Blättern verschiedener Laubbäume nach Einwirkung saurer Rauchgase. Gewöhnlich wird hier als „überaus charakteristisch“ das Auftreten roter, scharf (meist mit dunklem Rand) umgrenzter Flecken angegeben. Dies entspricht aber nicht den tatsächlichen Verhältnissen.

Denn die Entstehung dieser roten Flecken hat, streng genommen, nichts zu tun mit der Art der Krankheitsursache, sondern ist auf die Einwirkung intensiver Belichtung auf die durch die giftigen Gase getöteten Blattgewebe zurückzuführen, wie aus folgenden Versuchen hervorgeht:

a) Einwirkung der sauren Gase ohne gleichzeitige Lichtwirkung.

Läßt man  $\text{SO}_2$ , oder andere giftige Gase auf Eichen-, Linden-, Ahorn- u. a. Sprosse einwirken und entzieht dieselben gleichzeitig der Wirkung des Tageslichtes, so entsteht nur eine Fahlfärbung des Blattgewebes, ohne daß es zur Bildung gelber oder roter, dunkelumrandeter Flecken käme.

Offenbar erfährt das tote Chlorophyll unter dem Einflusse des Tageslichtes eine schnelle Zersetzung, die von Rotfärbung begleitet ist.

Vielleicht aber ist die Sache auch so, wie Wieler<sup>2)</sup> und Kohl<sup>3)</sup> sie aufgefaßt wissen wollen, nämlich, daß das Chlorophyll unter normalen Verhältnissen unter dem Einflusse des Lichtes und des Luftsauerstoffs fortwährend zerstört, aber auch dauernd regeneriert werde, wodurch uns die Zerstörung nicht zum Bewußtsein kommt. Die sauren Gase hätten dann die Wirkung, daß die Regeneration des Chlorophylls unterbleibt, weil die betreffenden Zellen getötet sind, während die Verfärbung des Chlorophylls unter dem Einfluß des Sonnenlichtes dann der normale Verlauf wäre.

<sup>1)</sup> Vgl. Aderhold, Arb. Biol. Anst. Forst- u. Landw. Bd. 2. 1902.

<sup>2)</sup> Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch. 1902.

<sup>3)</sup> Unters. über das Carotin usw. Leipzig 1902.

b) Entstehung von Ätzflecken (ähnlich denjenigen durch  $\text{SO}_2$ ) durch andere vegetationsfeindliche Faktoren.

Wenn es wahr ist, daß die Art der Krankheitsursache für das Zustandekommen des Krankheitsbildes belanglos, dieses vielmehr die Folge eines postmortalen Vorganges ist, so muß es auch möglich sein, genau das gleiche Krankheitsbild durch andere zerstörende Eingriffe zu erzeugen.

1. Frostwirkung. Im Pflanzgarten des Tharandter Reviere beobachtete ich wenige Tage nach einem gelinden Spätfrost (im Juni 1917), daß an zahlreichen Eichenheistern Blattflecken auftraten, die durchaus den Ätzflecken infolge von Rauchwirkung glichen. (Braune, z. T. geschlängelte, scharf umschriebene Flecken, insbesondere in den Interkostalfeldern.) Von einer Giftwirkung durch saure Gase kann im vorliegenden Fall nicht die Rede sein. Die Fleckenbildung kann also nur durch den gelinden Frost und die nachfolgende intensive Belichtung bedingt sein.

2. Noch überzeugender ist der folgende Laboratoriumsversuch, bei dem als vegetationsfeindlicher Faktor Unterbindung der Atmung gelten kann: Sprosse von *E. vonymus japonica* wurden unter dem dem Rezipienten der Luftpumpe mit reinem Wasser infiltriert (Leitungswasser). Ein Teil der Sprosse wurde dann, in Wasser stehend, der freien Luft ausgesetzt, so daß das Infiltrationswasser schon bald (durch die Spaltöffnungen) wieder verdunstete, während die anderen unter einer Glasglocke gehalten wurden, in welcher die Luft mit Feuchtigkeit gesättigt war. Hier war offenbar die Transpiration derart erschwert, daß das Infiltrationswasser nur äußerst langsam — im Laufe einiger Tage — verschwand. Sehr bald zeigte sich, daß diejenigen Blattpartien, die längere Zeit infiltriert waren, ihren Turgor verloren und abstarben, und nach einigen weiteren Tagen, während welchen die Blätter kräftiger Lichtwirkung ausgesetzt waren, färbten sich die abgestorbenen Blattpartien gelb, während das umgebende, gesunde Gewebe grün blieb.

Die Flecken waren in nichts zu unterscheiden von solchen, die (bei der gleichen Pflanze) durch  $\text{SO}_2$  und Belichtung hervorgerufen werden.

(Bei Ausschluß von Licht unterblieb auch hier die Gelbfärbung der getöteten Blattgewebestellen).

In diesem Falle war also durch Infiltration mit reinem Wasser — mit nachfolgender Belichtung — ein Krankheitsbild entstanden, wie man es sonst nach Einwirkung saurer Gase beobachtet.

Man wird nicht fehlgehen, die letzte Wirkung des infiltrierten Wassers in einer Unterbindung der Atmungstätigkeit (der infiltrierten Gewebe) zu suchen.

Aus diesen Versuchen und Beobachtungen ergibt sich:

Viele bei Pflanzenkrankheiten auftretende abnormale Zustände — Krankheitsbilder — haben mit dem Wesen der Krankheitsursache nichts zu tun, können also nicht zur Diagnostik verwendet werden, sondern sind auf postmortale Vorgänge, bei welchen das Licht eine bedeutende Rolle spielt, zurückzuführen. Insbesondere ist es sinnlos, wenn, was häufig geschieht, von einer für Rauchschäden (oder für Schütte usw.) charakteristischen, intensiv roten Färbung der befallenen Pflanzenteile (besonders Koniferennadeln) die Rede ist.

Diese stellt sich als postmortaler Prozeß an jeder Koniferennadel (bzw. Blatt) ein, wenn der Tod der Zellen aus irgendeiner Ursache vorausgegangen ist. Allerdings müssen, wie ich<sup>1)</sup> früher nachgewiesen habe, gewisse Bedingungen erfüllt sein, damit diese Rötung eintritt. Solche sind (außer intensiver Lichtwirkung) ein gewisser Gehalt an Wasser sowie Sauerstoffzutritt.

Wird ein durch Rauchgase getöteter Zweig (bzw. Blatt) zunächst bei Lichtabschluß wasserfrei gemacht (durch Trocknen in der Pflanzenpresse) und dann erst dem Licht ausgesetzt, so unterbleibt die Rotfärbung vollkommen, kann aber nachträglich herbeigeführt werden, wenn vorher durch Befeuchtung wieder Wasser zugeführt worden ist.

### Referate.

**Thumm, K., Die Bedeutung der Fäulnisprobe in der Abwasserfrage.** (Hygien. Rundsch. 1915. S. 501—511.)

Um die Schädlichkeit eines Abwassers zu ermitteln, ist die Anstellung der Fäulnisprobe erforderlich. Man kann wohl aus den Analysenarten die Konzentration eines Schmutzwassers erkennen, aber nie seine Fäulnisfähigkeit ableiten. Nach allen Erfahrungen kann nur diese Probe die Frage abschließend beantworten. Zunächst beschreibt Verf. eingehend die verschiedenen hierfür mehr oder weniger genau arbeitenden Apparate unter Beifügung der Abbildungen und erwähnt jedesmal deren Vorzüge. — Den angestellten Versuchen lag der allgemeine Gedanke zugrunde, festzustellen, inwieweit Salze die Zersetzungsenergie eines häuslichen Abwassers, an der Gasproduktion gemessen, zu beeinflussen vermögen. Nach Beendigung der Versuche wurde der Inhalt der Gärröhrchen und der Ausgleichsgefäße chemisch und mikroskopisch untersucht, wobei das Vorhandensein chlorophyllhaltiger Mikroorganismen festgestellt wurde. Diese botanisch interessante Tatsache veranlaßte weitere Versuche, über deren Erfolg später berichtet wird. — Die erste Versuchsreihe bringt Faulversuche mit verschiedenen großen Kochsalzzusätzen, die zweite auch mit wechselnden Zugaben von Kaliendlauge. Die Zahlen im ersten Versuche zeigen die bereits früher ermittelte hemmende Wirkung, die Kochsalz auf faulende Flüssigkeiten ausübt, wobei die abgelesene Gasmenge im umgekehrten Verhältnisse zur zugesetzten Kochsalzmenge steht. Im zweiten Versuche sollte ermittelt werden, ob der Gehalt eines Wassers an Kaliendlaugen die Selbstreinigungskraft eines Vorfluters vorteilhaft oder ungünstig beeinflußt und ob Grenzwerte nach einer oder der anderen Richtung hin festzustellen seien. Auch sollte hierbei das Maß biologischer Beeinflussung durch die in der Luft vorhandenen oxydierenden Kräfte festgestellt werden. — Beim Vergleichen der erhaltenen Zahlen erhält man den Eindruck, der Kochsalzgehalt der Kaliendlauge sei die Ursache der hierdurch herbeigeführten hemmenden Wirkung. Auch hierüber folgen weitere Versuche.

(G.C.)

R u l l m a n n (München).

<sup>1)</sup> Jahrb. f. wiss. Bot. 1915.

**Wörner, Die Vertilgung der Ackerunkräuter.** (Der Landbote. Jg. 35. Prenzlau 1914. S. 711—713.)

Zur Bekämpfung der Ackerunkräuter insbesondere von Hederrich und Ackersenf empfiehlt Verf. die Hackkultur, die zwar teurer, aber auch weit gründlicher ist, als die übrigen Arbeiten zur Bekämpfung des Unkrauts. Vorbedingung für die Ausführbarkeit des Hackens ist die Drillsaat. Zur Ersetzung der teuren menschlichen Arbeit kommen die sogenannten Handradhacken oder Jätepflüge oder die von Zugtieren gezogenen größeren Hackmaschinen, die gewöhnlich die ganze Spurbreite einer Drillmaschine auf einmal bearbeiten, in Betracht.

(G.C.)

W. Herter (Berlin-Steglitz).

**Wörner, Die Vertilgung der Ackerunkräuter.** (Amtsbl. d. Landwirtschaftskamm. Cassel. Jg. 18. 1914. S. 488—489.)

Verf. empfiehlt zur Bekämpfung des Unkrauts die Hackmaschinen für größere, die Handhacken für kleinere Betriebe.

W. Herter (Berlin-Steglitz).

**Schaffnit, E., Die Bekämpfung des Hederichs** (Flugblattsamml. über Pflanzenschutz d. kgl. landw. Akad. Bonn-Poppelsdorf, herausgegeben v. E. Schaffnit. No. 2. 1915. 5 S.)

Für die Bekämpfung des Hederichs und des Ackersenfs kommen folgende Gesichtspunkte in Betracht:

1. Vermeidung der Zufuhr von neuen Hederichsamen: Bezug und Gewinnung hederichsfreien Saatgutes in der eigenen Wirtschaft, zu erreichen durch Windfege, Trieur oder nasse Auslese, oder durch Samenfänger an der Getreidemähmaschine. Den Reinigungsabfall muß man verbrennen oder in besondere Fässer mit Düngerjauche werfen, wo die Unkrautsamen verfaulen. Eine wichtige Quelle der Verunkrautung ist auch der Bezug hederichhaltiger Futterstoffe (Ölkuchen, Kleien, Futtermehle), da man der Kleie z. B. in der Mühle oft Reinigungsabfälle wieder zusetzt. Die beim Drusch abfallende Spreu darf nicht verfüttert werden. Soll dies mit hederichhaltigen Abfallprodukten geschehen, so müssen diese zuerst gekocht, gedämpft oder geschrotet werden. Dämpfen und Schroten ist zweckmäßiger, wegen der sicheren Zerstörung der Keimfähigkeit der Samen und gleichzeitig eines in diesen enthaltenen Ferments, das die Entwicklung des für den Tierkörper giftigen Senföls bedingt. Wegränder, Gräben, Raine, Dämme müssen nächst den zu bestellenden Feldern abgemäht werden, wenn auf ihnen der Hederich wächst.

2. Bodenbearbeitung: Es heißt da, möglichst viele Samen aus dem Boden an die Oberfläche und zum Aufgang zu bringen. Daher tiefe Herbstfurche, damit die emporgewachsenen Hederichsamen durch Frost vernichtet werden, Anwendung der Ackerschleife, Egge und Walze. Für Durchführung der Hackkultur ist Drillsaat mit genügender Reihenentfernung Vorbedingung; erstere ist bei nicht zu nassem Boden vorzunehmen. Was noch an Hederichspflanzen übrig bleibt, das muß ausgezogen oder ausgejätet werden. Gutgepflegte Hackfruchtfelder dienen zur Verminderung des Unkrautes, auch der Anbau von Raps. In der Tiefkultur der Zuckerrübenwirtschaften liegt die Hauptsache der starken Verbreitung des Hederichs auf solchen Wirtschaften. Es kommt zu einer Anreicherung der Ackerkrume mit Samen. Dazu gehört der Hederich zu den Wirtspflanzen der Rübennekrose! Den Anbau von Sommerhalm-

früchten hat man auf stark mit dem Unkraut durchsetzten Böden auf das geringste wirtschaftlich zulässige Maß zu beschränken.

3. Behandlung mit chemischen Mitteln: Sämtliches Halmgetreide kann unbedenklich bespritzt werden mit Eisenvitriollösung. Untergesäter Klee leidet anfangs stark, wird schwarz, treibt aber sehr üppig dann aus. Alle Blattfrüchte werden sehr beschädigt. Mit dem Spritzen beginne man, wenn die Pflänzchen 4 Blätter entwickelt haben; da ist nur eine Spritzung nötig. Die Pflänzchen sind bei trockenem Wetter zu bespritzen, auch darf auf ihnen kein Tau liegen. Nach dem Spritzen darf die nächsten zwei Stunden kein Regen zu erwarten sein. Wind und kaltes Wetter beeinträchtigt die Wirkung: Auf 1 ha Land sind 120—150 kg Eisenvitriol nötig, oder 600 l Flüssigkeit einer 20- bis 25proz. Lösung erforderlich. Zur Herstellung der Lösung hänge man einen Sack lockeren Gewebes in das Faß, die Lösung sinkt unter und es steht noch Wasser oben im Fasse zur Auflösung zur Verfügung. Man schaffe sich einen Aräometer an. Die Hederichspritzen muß man mit Wasser auswaschen, da sonst das Metall leidet. Eine Nachspülung mit 1 bis 2 l Petroleum oder Maschinenöl schützt vor Rost jeglicher Art. Streuen von kalzinierem Eisenvitriol oder von den Düngemitteln Kainit und Kalkstickstoff sind recht gute Bekämpfungsmittel, aber sie kommen höher zu stehen. Versuche mit ihnen sind noch nicht abgeschlossen.

(G. O.)

M a t o u s c h e k (Wien).

**Schaffnit, E.**, Der praktische Pflanzenschutz in der Rheinprovinz. (Flugblattsamml. d. kgl. Landw. Akad. Bonn-Poppelsdorf üb. Pflanzenschutz. herausgeg. von E. Schaffnit. 1915. No. 1. 2. Bearb. 3 S.)

Es ist eine Organisation zur Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten ins Leben gerufen worden, die sich über ganz Deutschland erstreckt. In der Rheinprovinz ist die der Landwirtschaftskammer untergestellte Organisation geteilt und der Pflanzenschutzstelle der kgl. landw. Akademie in Bonn-Poppelsdorf und der pflanzenpathologischen Versuchsstation der kgl. Lehranstalt für Obst- und Gartenbau in Geisenheim angeschlossen worden. Das erstgenannte Institut arbeitet an den Krankheiten der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, das andere an denen der Kulturpflanzen des Obst-, Garten- und Weinbaues. Es wird der Weg angegeben, der einzuschlagen ist, um Rat zu holen bei den 45 Auskunftsstelleninhabern (Leitern der landw. Winterschulen) oder bei den Hauptstellen. Nur bei größeren von den Hauptstellen auszuführenden Untersuchungen und Besichtigungen werden eventuell Gebühren erhoben. — Man wird abschnittsweise Bericht über die Beobachtungen, neue Krankheiten, Bekämpfung von Krankheiten und Ähnlichem geben.

M a t o u s c h e k (Wien).

(G. O.)

**Müller, Karl**, Das Franzosenunkraut (*Galinsoga parviflora* Cav.). (Arb. d. Deut. Landw. Gesellsch. Heft 272. 8°. V + 31 S. 6 farb. Taf. Berlin 1914.)

In der Einleitung die systematische Stellung, die deutschen volkstümlichen Benennungen, die Beschreibung (schöne, farbige Tafel) und die Änderungen derselben. Über die Samenkeimung: Schon bald nach der Reife keimen die Samen sehr gut, besonders in Tonschälchen im Licht. Diese Keimfähigkeit erhält sich bei trockener Aufbewahrung jahrelang. Im Ackerboden

blieben sie mindestens  $1\frac{1}{2}$  Jahre keimfähig. Aus den Samen entwickeln sich nur dann Pflänzchen, wenn sie an der Erdoberfläche liegen. Da beim Hacken eines Bodens, der reich an Samen dieses Unkrautes ist, diese immer wieder an die Erdoberfläche gelangen, entsteht nach jeder Hackarbeit eine gute Vegetation. Erst Temperaturen von  $20^{\circ}$  gestatten der Pflanze, sich rasch zu entwickeln; daher erscheint sie spät als Unkraut. Die Feuchtigkeit ist für das Wachstum ebenfalls wesentlich, dies zeigt schon das zarte wasserhaltige Gewebe der Pflanze an. Noch besser als die Scheibenblütensamen keimen die wenigen Randblütensamen, die nur einen sehr schwachen Pappus haben. An den elliptischen, am Rande mit kurzen weißen Borsten besetzten Keimblättern erkennt man schon das Unkraut. Rasches Wachstum, 4 Wochen nach der Keimung schon die Blüte, die bis in den Herbst hinein dauert. Ein einziger Stock kann bis 300 000 Samen bilden, daher eine Samenproduktion, wie sie kein anderes Unkraut zeigt. Auch vegetative Vermehrung gibt es: Stengelstücke der Pflanze auf feuchte Erde gelegt, treiben an beliebigen Stellen des Stengels Wurzeln und wachsen heran bis zur Blüte. Dies gilt auch für herausgerissene Exemplare, wenn nur Regen eintritt.

**Auftreten des Unkrautes:** Außer an wüsten Plätzen und Wegrändern tritt es besonders in Gemüseländereien, in Kartoffel-, Klee- und Haferäckern auf. Man muß in Kartoffeläckern mitunter das Unkraut zuerst abmähen, bevor die Knollen geerntet werden. Besonders früh gesäter Klee oder Luzerne können geradezu erstickt werden (Bilder). Wie der Hafer durch Fritfliegenbefall geschwächt ist, kann es im Haferfelde zur Kalamität werden. Wird der Mais geschnitten und der Tabak entblättert, so hat das Unkraut Licht und gedeiht sehr üppig. Es liebt sandig-humosen Boden, fehlt auf schweren Böden, daher nur stellenweise anzutreffen. Der erste Herbstfrost vernichtet die ganze Unkrautdecke. In nassen Sommern gedeiht es besser; bei eintretender Trockenheit welkt die Pflanze, aber bei Regen erholt sie sich leider bald. Keimung im ersten Drittel des Maies, holt aber die anderen Unkräuter ein. Das Unkraut entzieht namentlich Stickstoff dem Boden; das Wurzelsystem ist ein großes. Im Proteingehalt kommt das Unkraut den besten Futterpflanzen nahe, auch hat es wenig Rohfaserstoffe, daher kann es verfüttert werden (z. B. bei Karlsruhe).

#### **Bekämpfung:**

1. **Hacken:** frühzeitig zu beginnen; größere Pflanzen sind herauszureißen und zu kompostieren, dies namentlich in Kartoffeläckern. Tritt das Unkraut im Mäufutter ein, so kann es durch mehrmaliges Abmähen bis zum Herbst niedergehalten werden, über den Winter geht es ein.

2. **Chemikalien:** Eisenvitriol (20 proz.) wirkte oft gut, doch nicht immer. Kalkstickstoff ist stets wirksam, wenn auf die tauigen Pflanzen ausgestreut.

3. **Geeignete Kulturmaßnahmen:** Man Sorge für dichten Stand der Kulturpflanzen, da das Unkraut viel Licht braucht. Daher Aussetzen des Kartoffelbaues auf stark verseuchten Kartoffelfeldern, aber durch mehrere Jahre, da die Samen des Unkrautes längere Zeit keimfähig bleiben. Daher nur schattenspendende Kulturpflanzen anbauen. Muß man Kartoffeln anbauen, dann späte Sorten mit stark beschattendem Kraut, die dann solange als möglich geeggt und gehackt werden müssen. In der Winterfrucht und auch in der Sommergerste kommt *Galinsoga* nicht auf. In Buchweizenfeldern wirtschaftet das Unkraut auch stark; da heißt es nach *Jentsch* Wasserrüben anbauen.



**Krankheiten des Unkrautes:** Es sind bisher folgende Fälle bekannt: *Heterodera radiculicola* an den Wurzeln bei Meran (P. Magnus), am Lago Maggiore und in Rußland (hier auch auf Zuckerrüben). Bei Berlin trat *Phoma Galinsogae* All. auf; vielleicht gehört hierher ein Pilz, den F. Krause in den Gefäßen des Unkrautes bei Bromberg fand; die Pflanzen sahen sonst normal aus.

Polizeiliche Verordnungen gegen das Unkraut werden namhaft gemacht.

Interessant ist auch das Kapitel über die **Einschleppungsschichte** und die **Verbreitung der Galinsoga** in Deutschland und außerhalb dieses Reiches. Die Verbreitungsmöglichkeiten sind: **Einschleppung durch Waren aus Süd-Amerika (Getreide).** In Europa geschieht die Verbreitung durch Wind, Wasser, durch Beimischung unter andere Samenreien, durch Erdetransport, durch Tiere (noch genauer zu untersuchen). **Vögel fressen die Früchte nicht (Schwartz).**

Die Figuren zeigen viele Details und das Auftreten des Unkrautes in Feldern. Matouschek (Wien).

(G. O.)

## Neue Literatur,

zusammengestellt von

Prof. Dr. OTTO HAMANN,

Oberbibliothekar der Kgl. Bibliothek in Berlin.

### Allgemeines, Lehrbücher usw.

**Berichte über Pflanzenschutz der Pflanzenschutzstellen a. d. kgl. landw. Akademie Bonn-Poppelsdorf und a. d. Lehranstalt f. Wein-, Obst- u. Gartenbau Geisenheim. 1913/14.** Herausgeg. von E. Schaffnit u. G. Lüstner. 98 S. m. 11 Textabb. gr. 8°. Bonn-Poppelsdorf, Nuß-Allee 7. M 1,50.

**Berichte über Pflanzenschutz der Abt. f. Pflanzenkrankheiten d. Kaiser Wilhelm-Instituts f. Landw. in Bromberg. 1913/14.** Herausgeg. von Prof. Schander u. Fr. Krause. Mit 25 Textabb. (III, 163 S.) gr. 8°. Berlin (Parey) 1916. M 4,—.

**Kosowicz, Alexander,** Die landwirtschaftliche und technische Verwertung der Mikroorganismen. 28 S. 8°. Wien (Selbstverlag d. Ver. W. Braumüller & Sohn in Komm.) M 0,70. (Vorträge d. Ver. z. Verbreitung naturwiss. Kenntnisse in Wien. Jg. 56. H. 10.)

**Zimmermann, H.,** Bericht der Hauptsammelstelle für Pflanzenschutz in Mecklenburg-Schwerin und Mecklenburg-Strelitz für das Jahr 1915. Stuttgart (Ulmer) 1916. 105 S. 8°. M 3,—.

### Untersuchungsmethoden, Instrumente usw.

**Galaine, C. et Houlbert, C.,** Sur un nouveau dispositif de filtration rapide des eaux alimentaires, après leur épuration par le procédé Lambert-Laurent. (Compt. rend. Acad. sc. T. 164. 1917. No. 2. p. 121—124.)

**Schnscha, A. T.,** Über den Nachweis von Typhusbacillen in Wasser und Milch mittels Petroläther. (Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Orig. Bd. 79. 1917. H. 4. S. 161—166.)

### Systematik, Morphologie.

**Bubák, Fr.,** Achter Beitrag zur Pilzflora von Tirol. (Ann. mycol. Jg. 14. 1916. S. 145—158. 2 Fig.)

- Bubák, Fr.**, Pilze von verschiedenen Standorten. (Ann. mycol. Jg. 14. 1916. S. 341—352. 2 Fig.)
- Constantineanu, J. C.**, Über einige neue rumänische Uredineen. (Ann. mycol. Jg. 14. 1916. S. 248—255. 6 Fig.)
- Petrak, F.**, Beiträge zur Pilzflora von Mähren und Österr.-Schlesien. 3. (Ann. mycol. Jg. 14. 1916. S. 159—176.)
- , Beiträge zur Pilzflora von Mähren und Österr.-Schlesien. 4. (Ann. mycol. Jg. 14. 1916. S. 440—443.)
- Sartory, A.**, Contribution à l'étude anatomique et histologique de certains champignons agaricinés du genre *Tricholoma*. (Compt. rend. soc. biol. T. 79. 1916. No. 19. p. 1020—1022.)
- Sydow, H. et P.**, Novae fungorum species. 14. (Ann. mycol. Jg. 14. 1916. p. 256—262.)
- , Weitere Diagnosen neuer philippinischer Pilze. (Ann. mycol. Jg. 14. 1916. S. 353—375.)
- Sydow, P. et Butler, E. J.**, Fungi Indiae orientalis. Pars 5. (Ann. mycol. Jg. 14. 1916. p. 177—220.)
- Theissen, F.**, Verschiedene Mitteilungen. (Ann. mycol. Jg. 14. 1916. S. 263—273. 6 Fig.)
- , Studie über *Botryosphaeria*. (Ann. mycol. Jg. 14. 1916. S. 297—340. M. Fig.)
- , Beiträge zur Systematik der Ascomyceten. (Ann. mycol. Jg. 14. 1916. S. 401—439. 1 Taf.)
- und **Sydow, H.**, Einige nachträgliche Mitteilungen über *Dothideen*, sowie über *Eriks-sonia* und verwandte Formen. (Ann. mycol. Jg. 14. 1916. S. 444—453.)
- Wolff, Max**, Über die *Pteromelinengattung* *Platyterma* Walker (1834) und über eine deutsche, von C. Eckstein aus *Lophyrus pini* erzeugte, neue Art. (Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. 3. 1916. H. 1. S. 157—171. 19 Fig.)

## Biologie.

- Beauverie, J.**, Quelques propriétés des ascospores de levures. Technique pour leur différenciation. (Compt. rend. Soc. biol. T. 80. 1917. No. 1. p. 5—7.)
- Berthelot, Albert**, Recherches sur la production du phénol par les microbes. (Compt. rend. Acad. Sc. T. 164. 1917. No. 4. p. 196—199.)
- Berthold, Erich**, Zur Kenntnis des Verhaltens von Bakterien im Gewebe der Pflanzen. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 57. 1917. H. 3. S. 387—460. 3 Fig.)
- Boas, Friedrich**, Stärkebildung bei Schimmelpilzen. (Biochem. Ztschr. Bd. 78. 1916. H. 5/6. S. 308—312.)
- Bokorny, Th.**, Einiges über die Hefeenzyme. (Biol. Centralbl. Bd. 36. 1916. No. 10. S. 475—493.)
- Constantineanu, J. C.**, Nouvelles plantes hôtes (matrices novae) de Roumaine pour la flore générale des Uredinées. (Ann. mycol. Jg. 14. 1916. p. 376—382.)
- Färber, E.**, Zur Frage der Oxydationswirkungen von Hefen. (Biochem. Ztschr. Bd. 78. 1916. H. 5/6. S. 294—296.)
- Haenicke, Alexandrine**, Vererbungsphysiologische Untersuchungen an Arten von *Penicillium* und *Aspergillus*. (Ztschr. f. Bot. Jg. 8. 1916. H. 4/5. S. 225—344. 1 Taf. u. 11 Fig.)
- Klebahn, H.**, Kulturversuche mit Rostpilzen. 16. Bericht (1914 und 1915). (Ztschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 26. 1916. H. 5. S. 257—277.)
- Linossier, G.**, Sur la biologie de l'*Oidium lactis*. L'*Oidium lactis* A parasite, est-il identique à l'*Oidium lactis* saprophyte? (Compt. rend. soc. biol. T. 80. 1917. No. 6. p. 283—286.)
- Meyerhof, Otto**, Untersuchungen über den Atmungsvorgang nitrifizierender Bakterien. 3. Die Atmung des Nitritbildners und ihre Beeinflussung durch chemische Substanzen. (Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. 166. 1917. H. 5/7. S. 240—280.)
- Neuberg, Carl und Fäber, Eduard**, Über den Verlauf der alkoholischen Gärung bei alkalischer Reaktion. 1. Zellfreie Gärung in alkalischen Lösungen. (Biochem. Ztschr. Bd. 78. 1916. H. 3/4. S. 238—263.)
- , Über das Vorkommen emulsinartiger von den Hefezellen abtrennbarer Fer-

- mente in den untergärigen Hefen, sowie das Fehlen von Myrosin in Berliner Ober- und Unterhefen. (Biochem. Ztschr. Bd. 78. 1916. H. 3/4. S. 264—272.)
- Oettli, Max**, Versuche mit lebenden Bakterien. Eine Anleitung zum selbstständigen Arbeiten mit Bakterien und anderen Kleinpilzen für den naturwissenschaftlichen Arbeitsunterricht und den Naturfreund. Forts. (Mikrokosmos. Ztschr. f. angew. Mikroskopie usw. 1916/17. No. 4. S. 84—88.) Mit Abb.
- Parst**, Die Fichtengespinstblattwespe (*Lyda hypotrophica* Htg.) im Roggenburger Forst. (Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. 3. 1916. H. 1. S. 75—96. 4 Fig.)
- Scheidter, Franz**, Beiträge zur Biologie und Anatomie der Fichtengespinstblattwespe (*Lyda hypotrophica* Htg. = *Cephaleia abietis* L.). (Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. 3. 1916. H. 1. S. 97—116. 4 Fig.)

### Beziehungen der Bakterien und Parasiten zur unbelebten Natur.

#### Luft, Wasser, Boden.

- Ickert, Franz**, Über die Bakterien im Schwimmbadwasser. (Öffentl. Gesundheitspflege. Jg. 1. 1916. S. 461—471, 521—528.)
- Fehlmann, J. W.**, Die Selbstreinigung der Gewässer und die biologische Reinigung städtischer Abwässer. (Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich. Jg. 61. 1916. S. 277—296.)

#### Milch, Molkerei.

- Douma, S.**, Het infectievermogen van melk van tuberculeuze runderen. (Tft. vergelij-kende geneesk. dl. 2. 1916—17. p. 163—169.)
- Kolthoff, I. M.**, Het aantoonen van conserveermiddelen en kleurstoffen in melk. (Pharma-ceutisch wbl. Jg. 53. 1916. p. 1609—1618.)
- Paul, Theodor**, Verfahren zur Haltbarmachung (Konservierung) von Butter für lange Zeit. (Chemiker-Ztg. Jg. 41. 1917. No. 10. S. 74—75.)
- Piessczek**, Die Milch als Überträger von Infektionskeimen und die Bekämpfung der durch den Handel mit infizierter Milch drohenden Gefahren. (Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med. 3. Folge. Bd. 53. 1917. H. 2. S. 289—341.)
- Schmits, K. E. F.**, Über die Leistungsfähigkeit des Lobeckschen Milchsterilisierungs-verfahrens (Biorisation). (Ztschr. f. Hyg. 1915. Bd. 80. S. 233—259.)

#### Bier, Bierbereitung.

- Heuß, Robert**, Literarische und zymotechnische Rückblicke auf das Jahr 1915. (Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabr. Jg. 45. 1917. S. 45—46, 73—77.)
- Koudelka, Viktor**, Erfahrungen mit verschiedenen Malzersatzmitteln im Laboratorium und in der Praxis. (Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabr. Jg. 45. 1917. No. 16./17 S. 131—139.)
- Zikes**, Über die Darstellung von Met in den Brauereien. (Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malz-fabrik. Jg. 45. 1917. No. 14. S. 108—109.)

#### Wein, Weinbereitung.

- Fonsses-Diacon**, Sur la casse blanche des vins. (Compt. rend. Acad. Sc. T. 164. 1917. No. 4. p. 199—200.)
- Laborde, J.**, Sur les réactions de la casse blanche des vins. (Compt. rend. Acad. Sc. T. 164. 1917. No. 11. p. 441—443.)
- Meissner, Richard**, Die Umgärung und Durchgärung der 1916er Weine. (Der Weinbau. Jg. 16. 1917. No. 1. S. 4—5.)
- , Bericht der Kgl. Weinbau-Versuchsanstalt in Weinsberg über die von ihr im Jahre 1916 angestellten Versuche zur Bekämpfung der *Peronospora* und des *Oidiums*. (Der Weinbau. Jg. 16. 1917. No. 2. S. 11—16.)
- , Bericht der Kgl. Weinbau-Versuchsanstalt in Weinsberg über die von ihr im Jahre

1916 angestellten Versuche zur Bekämpfung des Heu- und Sauerwurmes. A. Die Bekämpfung des Heuwurmes. (Der Weinbau. Jg. 16. 1917. No. 3. S. 29—33.)

**Meissner, Richard**, Bericht der Kgl. Weinbau-Versuchsanstalt in Weinsberg über die von ihr im Jahre 1916 angestellten Versuche zur Bekämpfung des Heu- und Sauerwurmes (Schluß). (Der Weinbau. Jg. 16. 1917. No. 4. S. 39—40.)

### Fleisch.

**Heise, R.**, Über die Einwirkung von Ozon auf Mikroorganismen und künstliche Nährsubstrate, als Beitrag zur Kenntnis der Ozonwirkung in Fleischkühlhallen. 2. Mitt. Die Einwirkung von Ozon auf künstliche Nährböden und auf verschiedene Bakterien, Hefen und Schimmelpilze. (Arb. a. d. K. Gesundheitsamte. Bd. 50. 1917. H. 4. S. 418—451. 2 Taf.)

**Kossowicz, Alexander**, Die Sterilisation der Fleischkonserven und die Betriebskontrolle in Fleischkonservenfabriken. (Chemiker-Ztg. Jg. 41. 1917. No. 29/30. S. 211—213.)

### Andere Nahrungsmittel.

**Arnoux, André**, Sur la protection mécanique et la conservation des oeufs. (Compt. rend. Acad. Sc. T. 163. 1916. No. 23. p. 721—722.)

**Balland, Le soja** dans l'alimentation française. (Compt. rend. Acad. sc. T. 164. 1917. No. 7. p. 300—302.)

**Deutschland, A.**, Untersuchungen über die Verdaulichkeit der Nährhefe. (Biochem. Ztschr. Bd. 78. 1916. H. 5/6. S. 358—370.)

**H. K.**, *Penicillium glaucum* und das Kriegsbrot. (Ztschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 26. 1916. H. 2. S. 99—102.)

### Wohnungen, Abfallstoffe, Desinfektion usw.

**Fiedler, Fritz**, Desinfektionsversuche mit Phenol und anderen Teerstoffen. [Diss. med.] Leipzig 1917. 8°.

**Halmi, J.**, Schädlichkeit und Reinigung der Abflusssäure der Kartoffelstärkebereitung in Ungarn. (Intern. agr.-ökon. Rundsch. 1916. H. 5. S. 450—453.)

**Jacobitz, E.**, Die Desinfektion von Eisenbahnwagen mit dem *Schneidtschen* Formalindampfapparat. (Hyg. Rundschau. Jg. 27. 1917. No. 4. S. 109—123.)

**Monyé, G. A. de**, De vakuum-formaldehyde-ontsmetting. (Rede en gedachtenwisseling.) (Gemeentel. reiniging. Jg. 1916. S. 274—278.)

**Waldert, R. und Bürger, B.**, Beiträge zur Anwendung des Chlors bei der Desinfektion von Wasser und Abwasser. (Hyg. Rundschau. Jg. 27. 1917. No. 1. S. 1—11.)

### Beziehungen der Bakterien und Parasiten zu Pflanzen.

#### Krankheitserregende Bakterien und Parasiten.

**Ampola, G. und Vivensa, A.**, Über die Schädigung der Pflanzen in der Nähe der Hütten- und Stahlwerke von Terni (Italien). (Annali della R. Stazione chim.-agrar. speriment. di Roma. 2. Folge. Bd. 8. S. 139—164. Rom 1916. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundschau 1916. H. 5. S. 456—459.)

**Andres, A.**, Die wichtigsten Baumwollschädlinge Ägyptens unter besonderer Berücksichtigung ihres etwaigen Vorkommens in der Türkei. (Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. 3. 1916. H. 3. S. 405—417.)

**Baker, A. C. und Turner, W. J.**, *Aphis pomi* (green apples aphid), Schädling des Apfelbaums in den Vereinigten Staaten. (Journ. of Agricult. Research. Bd. 5. No. 21. S. 955—993. Abb. 1—4, Taf. LXVII—LXXV. Washington, D. C., 21. Februar 1916. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundschau 1916. H. 6. S. 542.)

**Bredemann, G.**, Die Heuschreckenplage in Anatolien und Nordsyrien und ihre Be-

- kämpfung im Jahre 1916. (Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. 3. 1916. H. 3. S. 398—404.)
- Coas, J.**, Über das Auftreten des grauen Lärchenwicklers (*Steganoptycha pinicolana* Zell.) als Schädling in Lärchenwäldungen . . . . (Schweizer. Ztschr. f. Forstwesen. Jg. 68. 1917. No. 3. S. 73—82; No. 4. S. 123—131.)
- Cooms, G. H.**, Beitrag zur Biologie von *Plenodomus fuscomaculans*, eines Schädling des Apfelbaums. (Journ. of Agricult. Research. Bd. 5. No. 16. S. 713—769. Washington, D. C., 17. Januar 1916. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundschau 1916. H. 5. S. 459—460.)
- Dorogin, G.**, *Septoria Apii* var. *Magnusiana* und *S. Apii-graveolentis* n. sp., Schmarotzer der Selleriepflanze. (Landwirtschaftsministerium, Bur. f. Mykol. u. Pathol. d. Wies. Ausschusses. Mitteil. über Mykol. u. Phytopathol. Jg. 1. H. 4. S. 57—75. Petersburg 1915. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundschau. 1916. H. 7. S. 625.)
- Ehrenberg, Paul und Schultze, Karl**, Zur Gasvergiftung von Straßenbäumen. (Mitt.) (Ztschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 26. 1916. H. 2. S. 65—83.)
- Escherich, K.**, Eine *Clytus*-Kalamität in der Pfalz. (*Clytus* [*Phagionotus*] *arcuatus* L. als Eichenschädling.) (Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. 3. 1916. H. 3. S. 388—397. 4 Fig.)
- Fink, David E.**, Die Kugelkäfer *Megilla maculata* und *Hippodamia convergens* als Feinde der Blattläuse zu Tidewater, Virginia. (Virginia Truck Exper. Stat. Bull. 15. S. 337—350, Abb. 72—77. Norfolk, Virginia, 1915. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundschau 1916. H. 5. S. 468.)
- Fryer, J. C. F.**, *Plesiocoris rugicollis* und *Orthotylus marginalis*, schädliche Halbflügler auf dem Apfelbaum in England. (Journ. of the Board of Agricult. Bd. 22. No. 10. S. 950—958, Abb. 1—4. London, Januar 1916. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundschau 1916. H. 5. S. 470.)
- Fulmek, Leopold**, Schäden durch Wiesenwanzen auf dem Weinstock. (Ztschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 26. 1916. H. 6/7. S. 323—329. 7 Fig.)
- Gaßner, Gustav**, Beiträge zur Frage der Überwinterung und Verbreitung der Getreideroste im subtropischen Klima. (Ztschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 26. 1916. H. 6/7. S. 329—374.)
- Grandi, G.**, *Tychius quinquepunctatus*, ein schädlicher Käfer auf Saubohnen in Apulien (Italien). (Boll. del Laborat. di Zool. gener. ed agr. d. R. Scuola super. d'Agricolt. in Portici. Bd. 10. S. 103—119, Abb. 1—6. Portici, 18. März 1916. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundschau 1916. H. 7. S. 629.)
- Grintesco, J.**, *Orobanche ramosa* und *O. cumana*, Schmarotzer des Tabaks in Rumänien (1). (Direct. Gener. a Reg. Monop. Stat. Bul. Jg. 2. H. 3—4. S. 10—31, 6 Abb., 2 Taf.; Jg. 3. H. 1—2. S. 1—28, Fbb. 7—13 u. H. 3—4. S. 20—23. Bukarest 1915—1916. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundschau 1916. H. 5. S. 466.)
- Hoffmann, D.**, Düngung und Insektenbefall. (Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. 3. 1916. H. 2. S. 257—262.)
- Howard, L. O. und Chittenden, F. H.**, *Zeuzera pyrina*, ein schädlicher Schmetterling auf den aus Europa nach den Vereinigten Staaten eingeführten Schattenbäumen. (U. S. Departm. of Agricult. Farmers Bull. 708. S. 1—10, Abb. 1—4. Washington, D. C., 14. Februar 1916. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundschau 1916. H. 7. S. 630.)
- Jordi, Ernst**, Über die Empfänglichkeit von *Phaseolus vulgaris* L. (Ztschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 26. 1916. H. 6/7. S. 374—375.)
- Kinsel, Wilhelm**, Über die Viviparie der Gräser und ihre Beziehungen zu ähnlichen Störungen der normalen Fruchtentwicklung, sowie zu Mißbildungen anderer Art. (Ztschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 26. 1916. H. 5. S. 285—291.)
- Kutin, Adolf**, Die gelbbeinige Schlupfwespe (*Microgaster glomeratus* L.), der Verderber der Kohlräupe, als indirekter Schädling des Weizens. (Ztschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 26. 1916. H. 8. S. 452—454. 1 Fig.)
- Lakon, Georg**, Über die Empfänglichkeit von *Phaseolus vulgaris* L. und *Ph. multiflorus* Willd. für den Bohnenrost und andere Krankheiten. (Ztschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 26. 1916. H. 2. S. 83—99. 5 Fig.)
- Lind, J.**, Die „Mosaikkkrankheit“ der Futterrüben in Dänemark. (Tidsskr. f. Plant. Bd. 22. No. 3. S. 444—457. Kopenhagen 1915. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundschau 1916. H. 5. S. 458.)

- Lingelsheim, A.**, Eine neue Krankheitserscheinung an Kulturpelargonien. (Ztschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 26. 1916. H. 6/7. S. 375—378. 2 Fig.)
- , Durch Hemipteren verursachte Mißbildungen einiger Pflanzen. (Ztschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 26. 1916. H. 6/7. S. 378—383. 3 Fig.)
- Linsbauer, L.**, Schalendefekte an Walnußfrüchten. (Ztschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 26. 1916. H. 8. S. 449—451. 1 Fig.)
- Mignone, A.**, *Recurvaria nanella*, ein schädlicher Kleinschmetterling auf Obstbäumen in Italien. (Rendic. d. R. Acad. d. Lincei, Classe di Sc. fisiche, matem. e natur. Bd. 25. H. 3. 1. Halbj. S. 188—195. Rom 1916. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundschau 1916. H. 5. S. 469.)
- Muth, Fr.**, Welche Teile des Rebenblattes sind der Infektion durch die *Plasmopara viticola* Berk. et Curt. (*Peronospora viticola* de By.) am meisten ausgesetzt, und welche Art des Bespritzens mit Kupferbrühen schützt die Rebe am sichersten gegen die Infektionsgefahr? (Ztschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 26. 1916. H. 8. S. 455—467. 1 Fig.)
- Oberstein**, Über ein Massenaufreten von *Phora rufipes* Meig.-Larven bei Keimversuchen mit Woll-Luzerne. (Ztschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 26. 1916. H. 2. S. 104—105.)
- , *Chortophila cilicrura* Rond. und *Thereva spec.*, Zwei neue Roggenschädlinge in Schlesien. (Ztschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 26. 1916. H. 5. S. 277—280.)
- P. S.**, Die Kräuselkrankheit der Pelargonien. (Ztschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 26. 1916. H. 3/4. S. 193—194.)
- Peglion, Vittorio**, Über die Morphologie und Entwicklungsverhältnisse des Kleekebeses (*Sclerotinia Trifoliorum*). (Rendic. d. sedute d. R. Accad. d. Lincei, Classe di Sc. fisiche, matem. e natur. 5. Folge. Bd. 25. 1. Halbj. 7. H. S. 521—524. Rom, 2. April 1916. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundschau 1916. H. 7. S. 624.)
- Puster**, Maikäfer-Ökonomie und Waldwirtschaft. (Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. 3. 1916. H. 2. S. 197—203.)
- Ranninger, Rudolf**, Der Mohnwurzelrüßler (*Coeliodes fuliginosus* Marsh.), seine Beschädigungen und seine Bekämpfung. (Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. 3. 1916. H. 3. S. 383—387. 1 Taf.)
- Rant, A.**, Der graue Wurzelpilz von *Cinchona*. (Bull. jardin botan. Buitenzorg. 2. série. No. 22. 1916. M. Fig.)
- Reh**, Vom Schwammspinner und seinem Hauptfeinde. (Ztschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 26. 1916. H. 2. p. 102—104.)
- Reh, L.**, Düngung und Insektenbefall. (Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. 3. 1916. H. 1. S. 127—133.)
- Roeper, W.**, Zwei neue Gambir-schädliche Capsiden aus Sumatra. (Tft. entomol. dl. 59. 1916. S. 180—183, geill.)
- Seitner, M.**, Über Nadelholzssamen zerstörende Chalcididen. (Centralbl. f. d. ges. Forstwesen. Jg. 42. 1916. H. 9/10. S. 307—324. M. Fig.)
- Sorauer, Paul**, Untersuchungen über Leuchtgasbeschädigungen. (Ztschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 26. 1916. H. 3/4. S. 129—183. 1 Taf. u. 4 Fig.)
- Trotter, A.**, Der Eichenmehltau auf dem Kastanienbaum in Italien (1). (L'Alpe. 3. Folge. Jg. 3. No. 2. S. 49—53. Florenz, Februar 1916. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundschau 1916. H. 5. S. 464.)
- Weir, James und Hubert, E. Ernest**, *Peridermium filamentosum*, ein Schädling von *Pinus ponderosa* in den Vereinigten Staaten (1). (Journ. of Agricult. Research. Bd. 5. No 17. S. 781—785. Washington, D. C., 24. Januar 1916. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundschau 1916. H. 5. S. 465.)
- Witkowski, N.**, in Khosiaistwo, Mehl- und Getreideschädlinge in der Provinz Jekaterinoslaw (Südrußland). (Die landwirtschaftliche Betriebsführung. Jg. 11. No. 3—4. S. 51—59, Kiew 1916. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundschau 1916. H. 5. S. 470.)
- Zacher, Friedrich**, Neue und wenig bekannte Pflanzenschädlinge aus unseren Kolonien. (Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. 3. 1916. H. 3. S. 418—425. 15 Fig.)
- Zimmermann, H.**, Innenspaltung von Kartoffelknollen. (Ztschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 26. 1916. H. 5. S. 280—285. 1 Fig.)
- , Eine Wurzelerkrankung des Roggens infolge Frostes. (Ztschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 26. 1916. H. 6/7. S. 321—323. 1 Taf.)

**Entwicklungshemmung und Vernichtung der Bakterien und Parasiten.****Pflanzenschutz.**

- Bolle, Johann**, Der volle Erfolg der biologischen Bekämpfung der Schildlaus des Maulbeerbaumes (*Diaspis pentagona* T. T.). (Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. 3. 1916. H. 1. S. 124—126.)
- , Über die Bekämpfung des Holzbohrwurmes (*Anobium*) in einem alten Kunstwerke. (Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. 3. 1916. H. 1. S. 172—178. 2 Fig.)
- Bordas, L.**, Sur le rôle des Ichneumonides dans la lutte contre les parasites des arbres forestières. (Compt. rend. Acad. Sc. T. 164. 1917. No. 5. p. 235—238.)
- Escherich, K.**, Die Maikäferbekämpfung im Bienwald (Rheinpfalz) — ein Musterbeispiel technischer Schädlingsbekämpfung. (Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. 3. 1916. H. 1. S. 134—156. 6 Fig.)
- Fricklinger, H. W.**, Dichlorbenzol als Insektentötungsmittel. (Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. 3. 1916. H. 3. S. 436.)
- Lind, J.**, Bekämpfungsversuche gegen *Ustilago bromivora* und *U. perennans*. (Tidsskr. f. Plant. Bd. 22. S. 479—492. Kopenhagen 1915. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundschau 1916. H. 5. S. 463.)
- , Vorbeugungsmaßregeln gegen den Haferflugbrand (*Ustilago avenae*). (Tidsskr. f. Plant. Bd. 22. S. 458—478. Kopenhagen 1915. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundschau 1916. H. 5. S. 462.)
- Mackie, D. B.**, Bekämpfungsversuche gegen *Lasioderma serricorne* (tobacco beetle) (1). (The Trop. Agricult. Bd. 41. No. 3. S. 170—171. Peradeniya, Ceylon, März 1916. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundschau 1916. H. 6. S. 539.)
- Malpraux, L.**, Saatgutbehandlung zur Bekämpfung des Steinbrands und des Flugbrands sowie zur Abwehr der Vögel (1). (Journ. d'Agricult. prat. Jg. 80. Neue Folge. Bd. 29. S. 98—99. Paris 1916. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundschau 1916. H. 5. S. 461.)
- Marek, J.**, Bekämpfungsversuche gegen die Distomatosis in Ungarn. (Allatorvosi Lapok [Tierärztl. Zeitg.]. Jg. 39. No. 1—3. S. 1—6. 11—14, 17—24. Budapest, 1.—15. Jan. 1916. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundschau 1916. H. 5. S. 418.)
- Martin, J. P.**, Bekämpfungsversuche gegen den Ackerhahnenfuß (*Ranunculus arvensis*) in der Touraine. (Compt. rend. d. séanc. de l'Acad. d'Agricult. de France. Bd. 2. No. 13. S. 420—424. Paris, 29. März 1916. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundschau 1916. H. 6. S. 531.)
- Popoff, Methodi und Joakimoff, Dimitar**, Die Bekämpfung der Reblaus durch Umänderung der Rebenkultur. (Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. 3. 1916. H. 3. S. 367—382.)
- Savastano, L.**, Die Schwefelkalkbrühe als Ersatz für die Kupferkalkbrühe gegen einige Schmarotzerpilze. (Staz. sperim. di Agrumicolt. e Frutticolt. Boll. 22. S. 14. Acireale, Februar 1916. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundschau. H. 5. S. 463.)
- Schaffnit, E. und Voss, G.**, Mitteilung aus der Pflanzenschutzstelle a. d. Kgl. Landw. Akademie in Bonn-Poppelsdorf. Versuche zur Bekämpfung des Kartoffelkrebses im Jahre 1915. (Ztschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 25. 1915. H. 3/4. S. 183—192.)
- Schulze, Paul**, Die Galle von *Rhopalomyia ptarmicae* Vallot. (Sitzungsber. Ges. naturf. Freunde. 1916. No. 10. S. 381—385. 5 Fig.)
- Semichon**, Die Wirkung des Kupfervitriols auf die Blattfallkrankheit der Rebe. (Compt. rend. d. séanc. de l'Accad. d'Agricult. de France. Bd. 2. No. 11. S. 372—384. Paris, 15. März 1916. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundschau 1916. H. 6. S. 529—531.)
- Topi, Mario**, Bekämpfung des einbindigen und des bekreuzten Traubenwicklers (*Polychrosis botrana* und *Conchylis ambiguella*) mit Tabakaußguß im Piemont (1). (Rendic. d. sed. d. R. Fcad. dei Lincei, Classe di Sc. fisiche, matem. e naturali. 5. Folge. Bd. 25. 1. Halbj. H. 5. S. 349—353. Rom, 5. März 1916. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundschau 1916. H. 6. S. 534—536.)
- , Über die Wirksamkeit der Warmwasserbehandlungen gegen den einbindigen und den bekreuzten Traubenwickler. (Rendic. d. sed. d. R. Accad. dei Lincei, Classe di Sc. fisiche, matem. e natur. 5. Folge, Bd. 25. 1. Halbj. H. 7. S. 524—328. Rom, 2. April 1916. Ref. in: Intern. agr.-techn. Rundschau 1916. H. 7. S. 629.)
- Zikos, Heinrich**, Zum derzeitigen Ersatz von Desinfektionsmitteln gegen Getreideschädlinge. (Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabrik. Jg. 45. 1917. No. 4. S. 29—30.)

## Inhalt.

## Original-Abhandlungen.

- Boekhout, F. W. J., u. Ott de Vries, J. J.,** Die normale Gasbildung im Edamer und Gouda Käse, S. 130.
- Eckelmann, Elisabeth,** Über Bakterien, welche die fraktionierte Sterilisation lebend überdauern, S. 140.
- Neger, F. W.,** Die Bedeutung des Habitusbildes für die Diagnostik von Pflanzenkrankheiten, S. 178.
- Wöltje, Wilhelm,** Unterscheidung einiger *Penicillium*-Spezies nach physiologischen Merkmalen, S. 97.

## Referate.

- Müller, Karl,** Das Franzosenunkraut (*Galinsoga parviflora* Cav.), S. 183.
- Schaffnit, E.,** Der praktische Pflanzenschutz in der Rheinprovinz, S. 183.
- , Die Bekämpfung des Hederichs, S. 182.
- Thumm, K.,** Die Bedeutung der Fäulnisprobe in der Abwasserfrage, S. 181.
- Wörner,** Die Vertilgung der Ackerunkräuter, S. 182.
- , Die Vertilgung der Ackerunkräuter, S. 182.

**Neue Literatur,** S. 185.

Die Herren Mitarbeiter werden höflichst gebeten, bereits fertiggestellte Klischees — falls solche mit den Manuskripten abgeliefert werden — nicht der Redaktion, sondern direkt der Verlagsbuchhandlung **Gustav Fischer** in Jena einzusenden.

Abgeschlossen am 22. Januar 1918.

Hofbuchdruckerel Rudolstadt.



*Nachdruck verboten*

Über eine stäbchenförmige, kalkspeichernde Eisenbakterie aus dem Klärschlamm einer biologischen Abwasserkläranlage.

Von A. Brussoff.

Mit 9 Figuren im Texte.

Im Sommer 1916 habe ich in dieser Zeitschrift über eine von mir in einem Breslauer Wasser entdeckte stäbchenförmige Eisenbakterie berichtet<sup>1)</sup>. Jetzt ist es mir gelungen, eine zweite stäbchenförmige Eisenbakterie zu isolieren, diesmal aus dem Klärschlamm der Aachener biologischen Kläranlagen. Diese neue Eisenbakterie besitzt, außer ihren sehr charakteristischen morphologischen Eigenschaften, auch eine in physiologischer Hinsicht sehr interessante und noch bei keinen Bakterien beobachtete Eigenschaft, bei Abwesenheit von Eisen im Nährsubstrat dieses durch Kalk zu ersetzen.

Zum ersten Mal wurde ich auf diese Bakterie bei der Untersuchung der zellulose-zersetzenden Kraft des Klärschlammes nach der bekannten Methode von O m e l i a n s k i aufmerksam. Einige Reagenzgläser wurden mit je 20 ccm folgender Nährlösung gefüllt:

100 ccm dest. Wasser  
0,1 g  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$   
0,1 g  $\text{K}_2\text{HPO}_4$   
0,05 g  $\text{MgSO}_4$   
Spur NaCl  
2 g  $\text{CaCO}_3$ .

In jedes Glas wurde je ein Streifen Filtrierpapier von ca. 0,1 g gelegt, und die auf solche Weise beschickten Gläser wurden im Autoklaven bei 2 Atm. Überdruck ca. 10 Min. lang sterilisiert. Nach dem Erkalten wurde jedes Glas mit 3 g Klärschlamm geimpft und im Brutschrank bei ca. 32° C. aufgestellt. Schon am 2 Tage konnte man, infolge des schwachen Aufsteigens von Gasblasen, die beginnende Gärung wahrnehmen; an den Papierstreifen konnte aber noch keine Veränderung beobachtet werden. Nach 4 Tagen konnte ich im unteren Teil des Papierstreifens, unmittelbar über der mit Kalk gemischten Schicht des Klärschlammes, eine gelbliche Färbung bemerken, die sich im Laufe von weiteren 3 Tagen fast über den ganzen, in der Lösung untergetauchten Teil des Papierstreifens verbreitete. Die Lösung selbst nahm dabei auch eine sehr schwache gelbliche Färbung an, und an der Oberfläche der Klärschlamm-schicht bildete sich ein deutlich rostfarbiger Niederschlag. Im Laufe der nächsten Tage wurde meine Aufmerksamkeit besonders auf 2 Gläser gelenkt, in welchen an der Oberfläche der Nährlösung eine rostfarbige, nicht zusammenhängende, schwach metallisch bis regenbogenfarbig schillernde Haut entstanden war. Diese Haut erinnerte lebhaft an diejenige des *Ferribacterium duplex*. Ich holte aus einem der Gläser den Papierstreifen heraus

<sup>1)</sup> *Ferribacterium duplex*, eine stäbchenförmige Eisenbakterie. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 45. p. 547.)

und behandelte die gelbgefärbten Stellen nach dem Abspülen mit Wasser mit 2 proz. Lösung des gelben Blutlaugensalzes und 5 proz. Salzsäurelösung. Es entstand sofort eine intensiv blaue Färbung. Ein Stück der Haut, auf den Objektträger übertragen und mit denselben Reagentien behandelt, färbte sich auch sofort intensiv blau. Die mikroskopische Untersuchung zeigte in einer homogenen, hellgelb gefärbten Grundmasse zahlreiche amorphe Klumpen von Eisenhydroxyd und daneben rostfarbige, schlanke lange (bis 7  $\mu$ ) Stäbchen, von denen viele an einem Ende kopfartig verbreitet waren und in diesem Teil eine starke lichtbrechende Spore trugen. Bei der Behandlung mit gelbem Blutlaugensalz und Salzsäure färbten sich die Bakterien intensiv blau. Es konnte also kein Zweifel sein, daß ich es hier wieder mit einer stäbchenförmigen Eisenbakterie zu tun hatte.

Nun entstand die Aufgabe, diese Bakterie zu isolieren. Dies versuchte ich zuerst dadurch zu erreichen, daß ich kleine Stücke von der oben beschriebenen ursprünglichen Haut in Reagenzgläser mit der Omelianskischen Lösung abimpfte, zu welcher in einem Falle etwas Eisenchlorid (5—6 Tropfen schwacher Lösung auf je 1 Glas), im anderen Falle kleine Stücke Eisen (Sägespäne) hinzugefügt wurden. Jede Reihe von Kulturen wurde noch in je 2 Unterreihen: mit und ohne Papierstreifen geteilt. Alle Gläser wurden wieder im Brutschrank bei ca. 32° C. aufgestellt. Diese Methode führte aber zu keinen positiven Resultaten; in keinem der Gläser konnte die Eisenbakterienentwicklung wahrgenommen werden. Der Versuch, die neue Eisenbakterie in 0,05 proz. Eisenammonzitratlösung zu isolieren, welche bei meinen Reinkulturen des *Ferribacterium duplex* zu so guten Resultaten geführt hatte, blieb erfolglos.

Gleichzeitig mit diesen Methoden habe ich noch eine 3. Methode angewandt, die eine, dem ursprünglichen Abstammungsort der neuen Eisenbakterie entsprechende, Modifizierung der Torf-Wasser-Methode darstellt, welche ich für die Kultur des *Ferribacterium duplex* angewandt hatte. Hier wurde nur an Stelle von Torf Klärschlamm gebraucht. Der Klärschlamm wurde zuerst mit Leitungswasser ½ Stunde im Autoklaven bei 3 Atm. Überdruck gehalten, das Extrakt weggegossen und der ausgepreßte Klärschlamm in zwei 4 cm weite, 15 cm hohe Reagenzgläser gebracht, in denen er bis ca. 5 cm Höhe reichte. Die Gläser wurden bis ca. 2 cm vom Rand mit Leitungswasser gefüllt und im Autoklaven bei 2 Atm. Überdruck 10 Min. lang sterilisiert. Nach dem Erkalten wurde in jedes Glas je ein kleines Stück sterilen Eisens (Sägespäne) gelegt und die Gläser von der Haut der ursprünglichen Kultur geimpft. Ebenso wie die Torf-Wasser-Kulturen des *Ferribacterium duplex*, wurden auch diese Klärschlamm-Wasser-Kulturen vor dem Ostfenster im Laboratorium aufgestellt.

Nach 6 Tagen konnte man in beiden Gläsern am Boden einen weißen Niederschlag und an der Oberfläche des Wassers eine dünne, zusammenhängende, farblose Haut sehen. Noch 2 Tage später erschienen an den Wänden der Gläser zahlreiche weiße Flocken, ebensolche Flocken, aber von gelblich-grauer bis deutlich rostfarbiger Färbung, erschienen auch unter der Oberflächenhaut<sup>1)</sup>, welche selbst stellenweise ein deutlich regenbogenartiges

<sup>1)</sup> Die Flocken gehören einem Pilz der Gattung *Aspergillus* an. Die Hyphen sind schlauchförmig, senkrecht septiert und unregelmäßig verzweigt. Die Konidienträger sind am Ende blasenförmig angeschwollen und tragen zahlreiche, dicht nebeneinander sitzende, unverzweigte Sterigmen mit Ketten von runden Sporen. Nur die jüngsten Spitzen der Hyphen sind farblos; sonst sind sowohl die Hyphen, als auch die Ste

Schillern zeigte. Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß die Haut hauptsächlich aus typischen Stäbchen und Doppelstäbchen des *Ferribacterium duplex* bestand. Daneben kamen aber auch mehr oder weniger dichte Ansammlungen von sporentragenden Stäbchen, welche sich bei der Eisenreaktion intensiv blau färbten, vor. Ihrem Aussehen nach waren diese Stäbchen mit den oben beschriebenen vollkommen identisch.

Ich hatte schon die Absicht, die Klärschlamm-Wasser-Methode weiter auszuarbeiten und die beiden stäbchenförmigen Eisenbakterien durch Pasteurisieren voneinander zu trennen, als die Untersuchungen der Fäulniskraft des Klärschlammes mich auf eine ganz andere, viel einfachere und sicherere Methode brachte.

#### Reinkulturen in Nährlösungen mit Eisenpepton.

Zur Untersuchung der Fäulniskraft des Klärschlammes gebrauchte ich folgende Nährlösung (nach Arnd, Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 45. S. 554):

Destill. Wasser . . . . .	1000 ccm
Pepton Witte . . . . .	10 g
Kochsalz . . . . .	10 g.

Nachdem die Lösung ca. 1 Stunde im strömenden Dampf gehalten worden war, wurde sie abfiltriert und zu je 50 ccm in Erlenneyer-Kolben von 100 ccm Inhalt verteilt. Nach dem Sterilisieren wurden 3 Kolben mit je 5 g Klärschlamm geimpft und im Brutschrank bei ca. 32° C. aufgestellt. Schon nach 3 Tagen bildete sich an der Oberfläche der Nährlösung eine dünne, zusammenhängende, braungelbe Haut. Unter dem Mikroskop erschien diese Haut in ihrer Grundmasse hellgelb, enthielt aber zahlreiche, intensiv rostfarbige Einschließungen. Diese machten auf den ersten Blick den Eindruck von ganz formlosen, unregelmäßigen Klumpen von sehr verschiedener Größe. Nur an weniger dichten Stellen konnte man deutlich erkennen, daß die Klumpen Ansammlungen von einigen bis vielen rostbraunen, stäbchenförmigen Bakterien waren. Ihrem allgemeinen Habitus nach erinnerten sie überraschend lebhaft an die sog. „Dauerformen“ des *Ferribacterium duplex*, und zwar an die Formen mit unregelmäßig zerhackten Konturen. Nur war diese neue Bakterie bedeutend schlanker und erreichte manchmal eine für *F. duplex* ganz ungewöhnliche Länge (bis 14  $\mu$ ). Außerdem schien auch die Form des Doppelstäbchens für diese Bakterie nicht charakteristisch zu sein. Oft kam es vor, daß einige (2—3) Stäbchen von einer gemeinsamen, rost-

rigmen und Sporen mehr oder weniger intensiv gelb gefärbt. An manchen Stellen sind die Hyphen dicht mit einem rostfarbigen Niederschlag bedeckt, der stellenweise sogar die Konturen der Hyphen nicht mehr erkennen läßt. An anderen Stellen sitzen dicht an den Hyphen zahlreiche, kleine, stäbchenförmige Bakterien. Die meisten Hyphen sind aber ganz nackt und glatt. Bei Behandlung mit rotem, resp. gelbem Blutlaugensalz und Salzsäure färbt sich die Membran von allen Teilen des Pilzes, mit Ausnahme der jüngsten Hyphenspitzen, intensiv blau. Das Protoplasma bleibt ungefärbt, was man deutlich an 3 Stellen beobachten konnte, wo die Hyphen beschädigt waren und aus ihnen farbloses Protoplasma heraustrat. Alles Gesagte bezieht sich nur auf die Flocken, welche sich an der Oberfläche des Wassers befanden. Die Flocken, welche sich an den Wänden der Gläser gebildet hatten und derselben *Aspergillus*-Art angehörten, waren vollständig farblos, und ließen sich auch bei der Eisenreaktion nicht blau färben. Somit scheint hier der Sauerstoff der Luft bei der Eisenspeicherung eine wichtige Rolle zu spielen. Daß die Eisenspeicherung hier nicht infolge eines Atmungsprozesses geschieht, dafür spricht m. E. die Tatsache, daß die jüngsten Spitzen der Hyphen, wo man gerade die intensivste Atmung erwarten sollte, keine Eisenverbindung speichern.

braunen Hülle umgeben waren; sie bildeten dann aber keine Ketten, sondern lagen teilweise parallel, teilweise unter einem mehr oder weniger großen Winkel nebeneinander. Richtige Kettenformen (aus 2—3 Stäbchen bestehend) kamen verhältnismäßig sehr selten vor. Außer diesen gleichmäßig dicken Bakterien kamen auch kürzere Formen vor, welche an einem Ende kopfartig erweitert waren. Die in der Erweiterung liegende Spore ließ sich nur bei stärkerer Vergrößerung, dank ihrem stärkeren Lichtbrechungsvermögen, unterscheiden.

Zur weiteren Kultur dieser Bakterien habe ich einige Nährlösungen bereitet, die sich nur durch das Quantum des zugesetzten Eisenpeptons (M e r c k) resp. Eisenammonzitrat unterschieden. Ohne auf nähere Beschreibung aller dieser Nährlösungen einzugehen, erwähne ich nur 2 von ihnen, welche zu den besten Resultaten geführt haben:

**Nährlösung I:**

Destill. Wasser . . . . .	1000 ccm
Pepton Witte . . . . .	10 g
Eisenpepton (M e r c k) . . . . .	1 g
Kochsalz . . . . .	10 g

und

**Nährlösung II:**

Destill. Wasser . . . . .	1000 ccm
Pepton Witte . . . . .	10 g
Eisenammoncitrat . . . . .	0,5 g
Kochsalz . . . . .	10 g.

Die Lösungen wurden  $\frac{1}{2}$  Stunde im strömenden Dampf gehalten, abfiltriert und zu je 30 ccm in kleine Erlenmeyer-Kolben von 100 oder 50 ccm Inhalt verteilt. Nach dem Sterilisieren im Autoklaven (10 Min. bei 1,5 Atm.) wurden die Kolben mit ganz kleinen Stücken der oben beschriebenen Haut geimpft. Eine Reihe von den Kolben wurde nach dem Impfen 1,5 Min. lang im kochenden Wasser pasteurisiert, um die nichtsporenbildenden Fäulnisbakterien abzutöten, die andere Reihe wurde unpasteurisiert gelassen. Jede Reihe wurde wieder in 2 Unterreihen geteilt, von welchen die eine im Brutschrank bei 32—35° C., die andere vor dem Ostfenster im Laboratorium aufgestellt wurde.

Die ersten Kulturen zeigten schon, daß die neue Bakterie sich im Brutschrank bei 32—35° C. viel rascher und üppiger entwickelte, als bei der Zimmertemperatur vor dem Fenster. Zu meinen weiteren Kulturen habe ich ausschließlich die Nährlösung I gebraucht. Durch weiteres Überimpfen, vereint mit längerem Pasteurisieren (2—2½ Min. im kochenden Wasser), gelang es mir schließlich, eine Kultur zu bekommen, in der die neue Eisenbakterie als die einzige sporentragende vorhanden war. Somit war sie von anderen Bakterien isoliert, und alle weiteren Kulturen (im ganzen 25) zeigten, daß ich es mit einer vollkommenen Reinkultur zu tun hatte. Die Begründung dieser meiner Ansicht lasse ich der Bequemlichkeit halber nach der mikroskopischen Beschreibung der Bakterie folgen.

**Makroskopisches Aussehen der Kulturen.**

Gewöhnlich am 2. oder 3. Tage bildet sich an der Oberfläche der Nährlösung eine dünne, weiße, flockige, sehr lose zusammenhängende Bakterien-schicht, welche bei leisester Erschütterung auseinanderreißt und in kleinen Flocken langsam zu Boden fällt, hier einen weißen Niederschlag bildend.

Irgend eine Haut an der Oberfläche ist dabei noch nicht sichtbar. Erst nach 4—5 Tagen bemerkt man, daß die ganze Oberfläche der Nährlösung von einer dünnen, zuerst hellmetallisch, dann etwas gelblich glänzenden, meistens zusammenhängenden Haut überzogen ist. Im Laufe der nächsten Tage nehmen einzelne Stellen der Haut verschiedene Färbung an, wobei zuerst meistens dunkelgelbe bis orangefarbige, dann nacheinander violette, violettblaue, blaue und bisweilen auch grüne Färbung eintritt. In einigen Kulturen wurden dabei wunderschöne, zarte Farben beobachtet. Auf den Objektträger übertragen, erscheinen alle Teile der Haut beim Durchsehen auf dem weißen Hintergrund mehr oder weniger intensiv gelb gefärbt. Am intensivsten ist die gelbe Färbung des grünen und des blauen Teils der Haut, am wenigsten intensiv die des hellmetallischen Teils. Gleichzeitig mit der fortschreitenden Färbung wird die Haut härter und brüchiger; es entstehen in ihr zuerst wenige, dann zahlreiche, in verschiedenen Richtungen gehende Risse, so daß die Haut schließlich in eine Menge von kleinen, scharfkantigen, verschiedenfarbigen Stücken zerfällt. In diesem Zustande bleibt die Haut weiter unverändert.

In manchen Kulturen konnten an Stelle von der Haut nur einzelne, sehr kleine, metallisch glänzende Pünktchen an der Oberfläche der Nährlösung festgestellt werden.

Die Nährlösung zeigt in den ersten Tagen eine schwache Trübung, welche später fast ganz verschwindet.

Der Bodensatz bildet sich besonders schnell, wenn die Kulturkolben oft berührt werden. In den Kolben, welche absichtlich unberührt gelassen worden waren, bildete er sich nur langsam. In beiden Fällen behält er seinen flockigen Charakter und seine weiße Färbung.

#### Mikroskopische Beschreibung der Bakterien.

Ungefähr 24 Stunden nach dem Beginn der Kultur sieht man bei der Entnahme einer Oeseprobe zahlreiche, farblose Stäbchen von ca. 5—7½  $\mu$  Länge und ca. 0,8  $\mu$  Breite, die entweder unbeweglich sind, oder sich mehr oder weniger lebhaft bewegen. Manche Stäbchen bleiben an derselben Stelle und drehen sich dabei um ihre Querachse herum. Die Stäbchen sind entweder einzeln, oder zu zweien, oft sogar zu 3 miteinander vereinigt. Neben diesen sporenlosen Stäbchen sieht man Bakterien, die an einem Ende etwas dicker, manchmal sogar trommelschläger- oder kopfförmig erweitert sind und an diesem Ende eine stark lichtbrechende Spore tragen. Die sporentragenden Stäbchen sind bedeutend kürzer, als die sporenlosen. Ihre Länge beträgt meistens 2,8—3,7  $\mu$ ; Bakterien von längerer Form kommen nur vereinzelt vor; die Breite ist im schmalen Teil ca. 0,8, im breiteren Kopfende ca. 1  $\mu$ . Neben diesen, an einem Ende erweiterten, sporentragenden Stäbchen kamen auch gleichmäßig dicke, sporentragenden Stäbchen vor. Fast in jedem sporentragenden Stäbchen sieht man, meistens an dem der Spore entgegengesetzten Ende, 1 oder 2 stark lichtbrechende Volutinkörner liegen. Irgend ein Gallert-hof um die Bakterien herum konnte nicht festgestellt werden; man sah ihn auch im Tuschepräparate nicht.

Vorwiegend sporentragende Stäbchen sind im Präparat dann zu sehen, wenn die Probe nicht mit einer Platinöse, sondern mit einer Platinnadel entnommen worden war. Meiner Ansicht nach erklärt sich dieser Umstand dadurch, daß die sporentragenden Bakterien sich hauptsächlich an der Ober-

fläche der Nährlösung befinden, wo sie in einer dünnen, makroskopisch in diesem Stadium der Kultur noch unsichtbar bleibenden, gallertigen Haut liegen; die sporenlosen Bakterien kommen in der Haut nur in geringer Anzahl vor, bewegen sich dagegen meistens frei in der Lösung herum, oder bilden die bei der makroskopischen Beschreibung der Kulturen erwähnten, weißen Flocken. Nach meinen früheren Beobachtungen an dem *Ferribacterium duplex*, ist eine sehr dünne Haut von der Öse überhaupt nicht ohne weiteres herüberzubringen, wogegen von einer Nadel, wenn man diese an den Objektträger drückt und langsam um ihre Längsachse dreht, die Haut sehr leicht in einen Tropfen Wasser abgeht.

In diesem frühen Stadium der Hautbildung färben sich weder die sporenlosen, noch die sporentragenden Stäbchen bei der Behandlung mit rotem oder gelbem Blutlaugensalz und Salzsäure blau. Erst später, wenn die Haut hell-

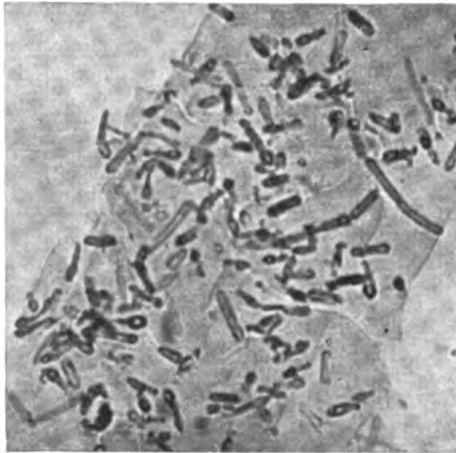


Fig. 1.

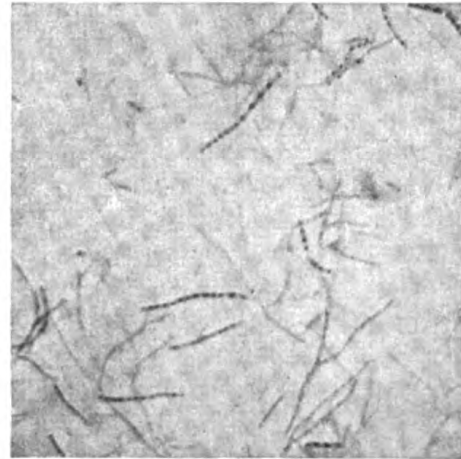


Fig. 2.

metallisch zu schillern anfängt, bemerkt man unter dem Mikroskop, daß sie eine schwache gelbe Färbung angenommen hat, die sich bei der Eisenreaktion sofort in eine blaue umwandelt. Außerhalb der Haut sieht man wieder die früher beobachteten, farblosen Bakterien. In der Haut haben sich die sporenlosen und sporentragenden Bakterien merklich verändert; ihre Membran ist dicker und deutlich gelb geworden (Fig. 1). Diese gelben Formen lassen sich bei der Behandlung mit rotem resp. gelbem Blutlaugensalz und Salzsäure schön blau färben. Besonders intensive Färbung nimmt dabei die Membran der Sporen an; etwas schwächer färbt sich die Membran der Bakterien selbst. Bei vielen Individuen wurden auch im Zytoplasma intensiv blau gefärbte Stellen beobachtet. In anderen, umgekehrt, erschienen in einem ziemlich gleichmäßig schwach blau gefärbten Zytoplasma ovale und runde, ungefärbte Stellen. Bei der Behandlung mit 5 proz. Salzsäurelösung entfärben sich die Haut und die in ihr liegenden Bakterien; ihre Membran wird wieder dünn, und sie nehmen wieder ihre frühere Form an, so daß sie gar nicht mehr von den farblosen Bakterien außerhalb der Haut unterschieden werden können.

In diesem und späteren Stadien der Kultur wurden, hauptsächlich außerhalb der Haut, zahlreiche Bakterienketten beobachtet, welche aus Individuen von sehr verschiedener Länge bestehen. In manchen Fällen waren in den Ketten Glieder vorhanden, die entweder eine schwach lichtbrechende Sporenan-



lage, oder eine stark lichtbrechende, reife Spore trugen. Die Länge der Ketten schwankt zwischen 15 und 30  $\mu$ ; seltener wurden längere Ketten beobachtet; in 1 Falle erreichte aber eine Kette die Länge von über 200  $\mu$ ! Viele Ketten sind ganz unregelmäßig gekrümmt, manche bewegen sich lebhaft, wobei sie ihre Krümmung beibehalten. In einem Falle wurde eine fast unter rechtem Winkel gekrümmte Kette beobachtet, welche sich, infolge dieser eigenartigen Krümmung, immer im Kreise fast auf derselben Stelle bewegte. Die Ketten, welche in der Haut liegen (es sind nur kürzere Ketten), sind, wie die anderen Hautbakterien, gelb gefärbt und besitzen eine dickere Membran, als die in der Nährlösung frei herumschwimmenden, farblosen Ketten.

Die Ketten bilden einen charakteristischen Bestandteil des Bodensatzes, wo sie in überwiegender Mehrzahl neben anderen farblosen Formen und reifen Sporen vorkommen. Sie sind hier in solcher Menge vorhanden und so mannig-



Fig. 3.

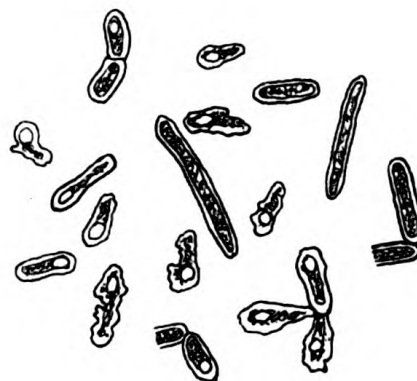


Fig. 4.

faltig gekrümmt, daß eine Probe des Bodensatzes in einem Wassertropfen auf den ersten Blick unter dem Mikroskop den Eindruck eines sehr verwickelt verzweigten Pilzmycels macht. Sehr charakteristisch für die Ketten des Bodensatzes sind die in ihnen vorhandenen, zahlreichen Volutinkörner. Bei der Färbung mit Methylenblau schwellen diese Körner so stark an, daß die Ketten eine Rosenkranzform annehmen (Fig. 2).

Je buntere Färbung die Haut makroskopisch annimmt, desto intensiver gelb gefärbt erscheint sie unter dem Mikroskop. Die Grundmasse der Haut ist von homogener Struktur. In dieser Grundmasse liegen unzählige, bei einer bestimmten Stellung des Mikroskops golden glänzende Körnchen und außerdem, zerstreut oder zu dichten Ansammlungen vereinigt, sehr mannigfaltig geformte Organismen, welche aber alle ein gemeinsames Merkmal besitzen: eine dicke, intensiv golderglänzende Membran. Man sieht (Fig. 3 u. 4) Stäbchen von 2,5 bis 10  $\mu$  Länge, kurze Ketten von denselben Stäbchen, Bakterien, welche an einem Ende etwas erweitert sind und hier eine deutlich sichtbare, schwach lichtbrechende, runde oder ovale Spore tragen, kurze, trommelschlägerartige Formen mit ebensolchen Sporen und schließlich Individuen von ganz undefinierbaren, zerhackten Umrissen. Fast bei allen Individuen kann man deutlich 3 Elemente unterscheiden: 1. Je nach der Stellung des Tubus dunkel oder hell erscheinende, innere Partie mit oder

ohne Spore, 2. dicke, intensiv goldenglänzende Membran und 3. um die Membran herum eine scharf hervortretende, fast schwarz erscheinende Peripherielinie.

Neben diesen Formen kommen auch Individuen vor, welche etwas schwächer glänzen und nur aus 2 Elementen bestehen: aus der dunkleren, manchmal sogar fast farblos erscheinenden, inneren Partie und aus der schwach goldenglänzenden Membran. Die dunkle Peripherielinie fehlt. Die letzteren Formen halte ich für die Übergangsformen zwischen den farblosen Bakterien (welche außerhalb der Haut in Menge vorhanden sind) und den ausgesprochen goldenglänzenden, eisenspeichernden Formen. Die Übergangsformen bestehen sowohl aus sporenlosen Stäbchen und kurzen Ketten, wie auch aus sporentragenden Individuen. In ihrem Innern und in der Membran sind deutlich sichtbare, miteinander abwechselnde, hellere und dunklere, gelbe Pünktchen

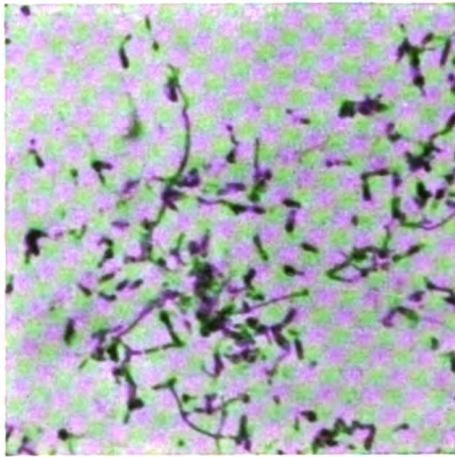


Fig. 5.

vorhanden, welche dem ganzen Organismus körnige Struktur verleihen. Infolge dieser Struktur erscheinen auch die Umrissse der Bakterien ziemlich uneben. Die Pünktchen (in diesem Falle blau gefärbt) treten besonders deutlich nach der Behandlung mit rotem, resp. gelbem Blutlaugensalz und Salzsäure hervor. Dieser Umstand läßt darauf schließen, daß die körnige Struktur der Bakterien von der ungleichmäßigen Speicherung der Eisenverbindung abhängt.

Dieselbe Ursache muß auch die unregelmäßigen Konturen der ausgesprochen goldenglänzenden Formen hervorrufen. Auch sie lassen sich bei der

Eisenreaktion mit rotem resp. gelbem Blutlaugensalz intensiv blau färben. In dieser Hinsicht unterscheiden sie sich also ganz deutlich von den sogenannten „Dauerformen“ des *Ferribacterium duplex*, welche sich bei der Eisenreaktion nicht blau färben, und bei welchen ich deswegen die schwarze Peripherielinie für eine dunkle Hülle halten mußte, die für Blutlaugensalzlösung undurchdringlich ist. Zu dieser Ansicht brachte mich auch der Umstand, daß die schwarze Peripherielinie bei manchen „Dauerformen“ des *F. duplex* teilweise fehlte, und solche Formen sich dann intensiv blau färben ließen. Bei der neuen Bakterie färbten sich die ausgesprochen goldenglänzenden, eisenspeichernden Formen immer; es wurden auch niemals Fälle beobachtet, wo die dunkle Peripherielinie an einem Individuum teilweise fehlte. Ob es sich in diesem Falle auch um eine Hülle irgendwelcher Art handelt, oder ob die dunkle Peripherielinie als eine rein optische Erscheinung (ähnlich den schwarzen Umrissen der mikroskopischen Kristalle) zu erklären ist, — diese Frage muß weiteren Untersuchungen überlassen werden.

Bei der Behandlung mit 5 proz. Salzsäurelösung sieht man unter dem Mikroskop, wie die Grundmasse der Haut und die in ihr liegenden Eisenbakterien vollkommen entfärbt werden. An Stelle der goldenglänzenden Organismen erscheinen wieder ungefärbte, sporenlose und sporentragende Bakterien (Fig. 5 u. 6), welche mit denen außerhalb der Haut identisch sind.



Von der goldenglänzenden Membran und der schwarzen Peripherielinie ist nach der Behandlung mit Salzsäure nichts mehr zu sehen. Die Membran der Bakterien wird wieder ganz dünn und erst nach der Färbung mit Methylenblau besonders schön sichtbar. Ebenso schön färbt sich dabei die Membran der Spore, welche auch in ungefärbtem Zustande wieder stark lichtbrechend erscheint. Ihrer Größe nach erscheinen die Bakterien nach der Behandlung mit Salzsäure auffallend der inneren Partie der ausgesprochen goldenglänzenden Eisenbakterien gleich. Sowohl das, als auch die Abwesenheit eines Gallerthofes, die ich weiter oben erwähnt habe, erlaubt vielleicht, den Schluß zu ziehen, daß die Eisenverbindung sich in der Membran der Bakterien ablagert, welche dadurch stark anschwillt und, infolge der besonders bei der Eisenreaktion deutlich sichtbaren, ungleichmäßigen Speicherung, zerhackte und unregelmäßige Konturen annimmt. Die Eisenverbindung lagert sich nicht nur in der Membran des Stäbchens, sondern auch in der der Spore ab. Die letztere erscheint dadurch größer und verliert ihr starkes Lichtbrechungsvermögen. Trotzdem ist sie auch bei definitiven Eisenbakterienformen meistens deutlich sichtbar, denn ihr Lichtbrechungsvermögen ist doch stärker, als das des übrigen Stäbchens.

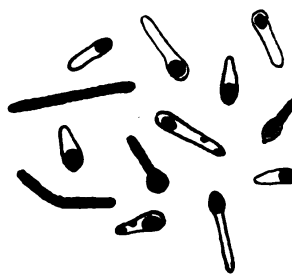


Fig. 6.

Bei der Beschreibung des makroskopischen Aussehens der Kulturen habe ich erwähnt, daß manchmal, anstatt einer zusammenhängenden, regenbogenfarbig schillernden Haut, an der Oberfläche der Nährlösung nur einzelne, metallisch glänzende Pünktchen erscheinen. Mit Hilfe einer Platinnadel gelingt es, solche Pünktchen auf den Objektträger herüberzubringen. Unter dem Mikroskop sieht man dann eine intensiv rostfarbige Haut, in deren Mitte typische, goldenglänzende Eisenbakterien liegen. Diese sind von einer sehr feinkörnigen Masse umgeben, welche unmittelbar um die Bakterien herum sogar von fast homogener Struktur erscheint. Je näher zum Rande der Haut, desto ausgesprochener körnig wird die Struktur der Grundmasse, und am Rande sieht man sogar einzelne Körner von sehr verschiedener Größe voneinander getrennt liegen. Alle Körner sind von fast runder oder ovaler Form und mit einer dunklen Peripherielinie umgeben. Je näher zum Rande, desto weniger ist auch von den Eisenbakterien zu sehen. Bei der Behandlung mit schwacher Salzsäurelösung (1—2 proz.) verschwindet die Rostfärbung ganz allmählich sowohl bei Bakterien, wie auch bei den Körnern. Letztere entfärben sich etwas schneller, und dabei kommen die Eisenbakterien in bedeutend größerer Anzahl zum Vorschein, und zwar nicht nur in der Mitte, sondern auch näher zum Rande der Haut. Die goldenglänzenden Eisenbakterien entpuppen sich nach der Auflösung der Eisenverbindung auch hier als dünnwandige, farblose, meistens sporentragende Stäbchen. Die Körner verschwinden nach der Entfärbung nicht, schrumpfen nur etwas zusammen und verlieren ihre dunkle Peripherielinie. Bei der darauf folgenden Färbung mit den üblichen Anilinfarben färben sich die Bakterien, besonders die Membranen ihrer Sporen, sehr schön, die Überreste der Körner lassen sich aber nur sehr schwach färben. Dieses schwache Färbungsvermögen spricht für die gallertige Natur der Körner. Meiner Ansicht nach sind es Komplexe von mikroskopisch unsichtbaren, kolloidalen Elementen, welche von den Bakterien ausgeschieden werden und allmählich zu einer mehr oder weniger homogenen Masse zusammenfließen, den Grundstoff der gallertigen Haut bildend.

An dieser Stelle möchte ich auf eine Beobachtung aufmerksam machen, die sehr an eine Erscheinung erinnert, welche Wo. Ostwald bei kolloiden Metallen festgestellt hat. Es handelt sich um die oben vielfach erwähnte regenbogenartige Färbung der Haut und um den möglichen Zusammenhang dieser Färbung mit dem mikroskopischen, bzw. ultramikroskopischen Bau der Haut. Nach den Untersuchungen von Wo. Ostwald und and. sind die verschiedenen Farben ein und desselben Metalls, in manchen Fällen auch einer und derselben Verbindung, in kolloidem Zustande hauptsächlich auf verschiedenen Dispersitätswerte dieser Kolloide zurückzuführen, ja sogar „die Reihenfolge dieser Farbänderungen bei Variationen des Dispersitätsgrades scheint eine ganz bestimmte zu sein. In der Regel sind z. B. die höchstdispersen kolloiden Metalle gelb oder orange gefärbt . . . Mit abnehmendem Dispersitätsgrad geht die Farbe von Gelb über Orange nach Rot, Violett, Blau und eventl. auch Grün über<sup>1)</sup>.“ Wir sehen hier fast dieselbe Reihe der Farben, wie ich sie oben bei der makroskopischen Beschreibung der Haut angegeben habe (S. 197). Es ist aber ein wesentlicher Unterschied in beiden Erscheinungen vorhanden. Bei der Färbung der kolloiden Metalle handelt es sich um das gebrochene (durchfallende) Licht, dagegen ist die Färbung der Bakterienhaut dem reflektierten Licht zuzuschreiben, denn auf dem Objektträger erscheinen alle Teile der Haut bei durchfallendem Licht mehr oder weniger gelb bis rotbraun gefärbt, ebenso wie bei der Betrachtung unter dem Mikroskop.

Wir wir aus der vorhergehenden mikroskopischen Beschreibung sehen, besteht die Haut aus einer homogen erscheinenden Grundmasse, in welcher die Bakterien und auch die kleinen, goldglänzenden Körnchen von verschiedener Größe eingelagert sind. Vom kolloidchemischen Standpunkte betrachtet, haben wir es hier also mit einem dispersen System zu tun, in welchem die einzelnen Teilphasen verschiedene Größe haben, oder, um die Terminologie von Wo. Ostwald zu gebrauchen, mit einem polydispersen Systeme. Die eine Phase bilden die mikroskopisch deutlich sichtbaren Bakterien und Körnchen, die andere Phase die, wahrscheinlich erst ultramikroskopisch feststellbaren, Teilchen der Grundmasse der Haut. An manchen Stellen sieht man unter dem Mikroskop weite Strecken, die fast keine Bakterien enthalten und nur aus der Grundmasse und den Körnchen bestehen, an anderen Stellen werden diese im Gegenteil von dichten Bakterienansammlungen ganz verdeckt. Zwischen diesen beiden äußersten Phasen existieren verschiedene Übergangsstadien. Somit kann man in der Haut eine Reihe von dispersen Systemen unterscheiden, deren äußere Glieder nach der kolloidchemischen Terminologie einerseits als „grobe Zerteilung“, andererseits als richtiger „Kolloid“ bezeichnet werden können. Die kolloide Grundmasse besitzt im Vergleich zu den Bakterienansammlungen einen höheren Dispersitätsgrad.

Infolge dieses verschiedenartigen Charakters des mikroskopischen Aussehens der Haut kam ich auf die Vermutung, daß die verschiedenen Farben der Haut mit der Verschiedenheit ihrer mikroskopischen Dispersitätsgrade im Zusammenhang stehen. Diese Vermutung hat sich aber bei genauerer Untersuchung nicht bestätigt. Die goldglänzenden Körnchen sind in allen Teilen der Haut ziemlich gleichmäßig verteilt; jedenfalls konnte ich

<sup>1)</sup> Ostwald Wo. Die Welt der vernachlässigten Dimensionen, 2. Aufl. 1916, S. 51. Zur Erklärung der weiter gebrauchten kolloidchemischen Ausdrücke und Begriffe verweise ich sowohl auf dieses Buch, als auch auf den „Grundriß der Kolloidchemie“ 2. Aufl. 1911 von demselben Verfasser.

auch bei der stärksten Vergrößerung keinen Unterschied im Dispersitätsgrad feststellen. Auch was ihre Form und Größe anbetrifft, so sind diese in allen Teilen der Haut gleich mannigfaltig. Auch in der Verteilung der Bakterien konnte kein Unterschied in den verschiedenen Teilen der Haut festgestellt werden. Dagegen bemerkt man einen ganz wesentlichen Unterschied unter dem Mikroskop in der Färbung der verschiedenen Teile der Haut. Die hellmetallischen Teile der Haut erscheinen unter dem Mikroskop hellgelb gefärbt; diese Färbung wird immer intensiver, wenn man weiter zu gelben, orangefarbenen, violetten, violettblauen, blauen und grünen Teilen übergeht. Bei den beiden letzteren Teilen erreicht sie den höchsten Intensitätsgrad, so daß man hier eher schon von einer rotbraunen Färbung reden darf. Da der mikroskopische Bau in allen verschiedenartig gefärbten Teilen der Haut gleich erscheint, so kann diese Verschiedenheit der Färbungsintensität vermutlich nur mit dem ultramikroskopischen Bau der kolloidalen Grundmasse zusammenhängen. Aus demselben Grunde muß man m. E. nach der Ursache der bunten makroskopischen Färbung der Haut in der Ungleichmäßigkeit des ultramikroskopischen Baues der Grundmasse der Haut suchen.

Zum Schluß dieses Abschnitts muß ich noch auf die Frage eingehen, warum ich mich für berechtigt halte, meine Kulturen als Reinkulturen zu bezeichnen, trotzdem ich die unmittelbare Entwicklung verschiedener Formen der Bakterien auseinander unter dem Mikroskop nicht verfolgt habe. Wie ich im Laufe der mikroskopischen Beschreibung mehrmals erwähnt habe, kommen die farblosen, sporentragenden Stäbchen in einigen, etwas voneinander abweichenden Formen vor: als gleichmäßig dicke Stäbchen, als Stäbchen, welche an einem Ende etwas dicker als am anderen sind, und als Stäbchen mit der trommelschläger- oder kopfartigen Erweiterung an dem sporentragenden Ende. Eben solche Variabilität der sporentragenden Stäbchen wird auch unter den eisenspeichernden Formen beobachtet, besonders deutlich in den ersten Stadien der Eisenspeicherung, wenn die Bakterien noch ihre regelmäßigen Konturen beibehalten. Auch bei späteren Stadien der ausgesprochen goldenglänzenden Formen mit ganz unregelmäßigen Konturen kommt dieselbe Variabilität zum Vorschein, wenn man die Bakterien mit Salzsäure entfärbt. Auch die Größe der sporentragenden Bakterien variiert ziemlich in beträchtlichen Grenzen. Aber alle diese Formen sind nicht schroff voneinander unterschieden, sondern, wie man aus den Zeichnungen und Photographien sieht, durch allmähliche Übergänge miteinander verbunden. Somit besteht kein Grund, sie als zu verschiedenen Arten gehörig zu halten. Da dieselben Formen sowohl im eisenfreien, als auch im eisenspeichernden Zustande, außer ihnen keine anderen sporenbildenden Bakterien in meinen Kulturen vorkamen, und da jede Kultur nach der Impfung pasteurisiert wurde, so kann m. E. mit vollem Recht behauptet werden, daß auch die sporenfreien Bakterien von diesen sporenbildenden Formen abstammen. Daß es so ist, beweist auch die Tatsache, daß in den Ketten sporentragende Glieder beobachtet wurden, welche mit den freien, sporentragenden Stäbchen morphologisch identisch waren.

Als ein weiterer Beweis dafür kann der Umstand dienen, daß die sporenfreien Stäbchen und kürzere Ketten gleichfalls im eisenfreien und eisenspeichernden Zustande vorkommen, und daß man Übergangsformen zwischen beiden nachweisen kann.

### Manganpepton-Kulturen.

Bekanntlich war es Molisch<sup>1)</sup> ausgezeichnet gelungen, *Leptothrix ochracea* in Manganpeptonlösungen rein zu kultivieren. Die Versuche Lieskes<sup>2)</sup> mit *Spirophyllum ferrugineum* führten zu entgegengesetzten Resultaten: Eisen ließ sich bei dieser typischen Eisenbakterie nicht durch Mangan vertreten. Es war daher interessant, festzustellen, wie sich die neuentdeckte Eisenbakterie zu Mangan verhält.

Für die Kulturen in Manganlösungen habe ich dieselbe Nährlösung wie für die Eisenpeptonkulturen gebraucht, nur wurde, anstatt des Eisenpeptons, dasselbe Quantum von Manganpepton genommen. Auch sonstige Bedingungen waren dieselben. Die Kulturen wurden von einer der Eisenpepton-Kulturen abgeimpft.

Das makroskopische Bild der Manganpepton-Kulturen unterschied sich in den ersten Tagen in nichts von dem der Eisenpeptonkulturen. Auch hier

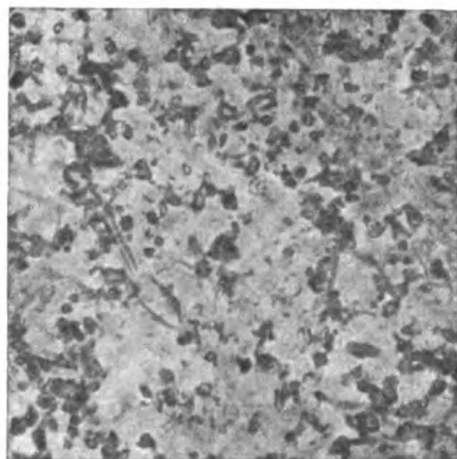


Fig. 7.

bildete sich an der Oberfläche der Nährlösung eine flockige, weiße Bakterienschicht, welche bei der geringsten Erschütterung leicht zu Boden fiel; die Nährlösung wurde etwas trübe. Auch bei der weiteren Entwicklung zeigten die Manganpepton-Kulturen nur einen Unterschied von den meisten Eisenpeptonkulturen: hier hat sich nämlich niemals eine zusammenhängende Oberflächenhaut gebildet, sondern es traten nur einzelne, kleine, metallisch glänzende Pünktchen von ganz demselben makroskopischen Charakter, wie die oben beschriebenen Pünktchen einiger Eisenpeptonkulturen auf.

Mikroskopisch waren die farblosen Bakterien von ganz demselben Cha-

rakter, wie diejenigen der Eisenpepton-Kulturen. In den metallisch glänzenden Pünktchen waren Ansammlungen von dunkelbraunen, auf den ersten Blick ganz amorph erscheinenden Klumpen vorhanden, welche aus einer Anzahl von dicht mit der Manganverbindung umgebenen Bakterien bestehen. Diese erinnern sehr an die typischen, unregelmäßig konturierten Eisenbakterien, sind nur bedeutend dunkler gefärbt und deswegen nicht so stark golden-glänzend. Manche von den gefärbten Bakterien behielten ihre ursprünglichen, regelmäßigen Konturen, erschienen nur etwas größer, als die ungefärbten Formen. Wieder andere waren von dicht anliegenden, runden und ovalen, dunkelbraunen Körnchen umgeben, welche auch die Grundmasse der makroskopisch metallisch glänzenden Pünktchen ausmachten.

Schwache Salzsäurelösung entfärbt schnell nur die kleineren Körnchen und die regelmäßig konturierten Formen der Bakterien. Die unregelmäßig konturierten Bakterien entfärbten sich nur sehr langsam, wobei an ihrer Stelle gewöhnliche ungefärbte, sporentragende Bakterien erscheinen. Es ist also im großen und ganzen dasselbe Bild, wie in den metallisch glänzenden Pünktchen der Eisenpepton-Kulturen.

<sup>1)</sup> Molisch, Eisenbakterien. Jena 1910.

<sup>2)</sup> Lieske, R., Beiträge zur Kenntnis der Physiologie von *S. ferrugineum*. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 49. 1911.)

### **Pepton- und Fleischbouillon-Kulturen.**

#### **Kalkspeichernde Formen.**

Schon die oben beschriebenen Kulturen zeigten, daß die neuentdeckte Eisenbakterie reichliche organische Nahrung verlangt und sich in rein mineralischen Nährlösungen nicht entwickelt. Da neben ausgesprochenen Eisenbakterienformen sich immer auch eisenfreie Bakterien entwickelten, ließen diese Kulturen vermuten, daß die Bakterien auch ohne Zusatz von Eisen- oder Manganverbindungen gut gedeihen können. Die folgenden Kulturen in Peptonlösung und in Fleischbouillon bestätigten diese Vermutung vollkommen; die letztere führte sogar zur Entdeckung einer Eigenschaft, welche, wie ich schon in den einleitenden Zeilen erwähnt habe, bis jetzt noch bei keinen bekannten Bakterien beobachtet worden ist.

Auf die Peptonkulturen (auf 1000 ccm destill. Wasser 10 g Pepton W i t t e + 10 g Kochsalz) brauche ich nicht näher einzugehen. Sie unterschieden sich weder makro-, noch mikroskopisch von den Eisen- oder Manganpepton-Kulturen in den ersten Stadien ihrer Entwicklung. Makroskopisch war niemals eine metallisch oder regenbogenfarbig schillernde Haut oder ebensolche Pünktchen, mikroskopisch niemals die Eisenbakterienform zu konstatieren. Die verschiedenen farblosen Formen entwickelten sich dagegen gleich üppig.

Was die Fleischbouillon-Kulturen anbetrifft, so habe ich dafür die übliche Zusammensetzung der Bouillon gewählt:

1000 ccm Leitungswasser  
10 g Liebig's Fleischextrakt  
10 g Pepton W i t t e  
5 g Kochsalz.

Es muß dazu bemerkt werden, daß das Aachener Leitungswasser sehr kalkhaltig ist.

Die Bouillon wurde zu je 10 ccm in einige Reagenzgläser verteilt, sterilisiert und nach dem Erkalten mit einer der Eisenpeptonkulturen geimpft. Die geimpften Gläser wurden dann  $2\frac{1}{2}$  Min. lang im kochenden Wasser pasteurisiert und im Brutschrank bei 32—35° C. aufgestellt.

Schon nach 24, besonders deutlich aber nach 48 Stunden konnte man an der Oberfläche der Bouillon eine sehr lose, weiße Bakterienschicht sehen, welche, wie in Eisen- und Manganpepton-Kulturen, bei der leisesten Erschütterung der Gläser in Flocken zu Boden fiel. Die Bouillon war etwas trübe geworden und bekam eine etwas hellere Färbung. Die mikroskopische Untersuchung zeigte dieselben ungefärbten, sporenlosen und sporentragenden Bakterien wie in Eisen- und Manganpeptonkulturen. In einer mit der Platinnadel entnommenen Probe waren auch hier vorwiegend sporentragende Bakterien vorhanden.

Einige Tage später bemerkte ich an der Oberfläche der Bouillon in 2 Gläsern eine dünne, weiße, zusammenhängende Haut. Ein Stück der Haut wurde mit der Platinnadel in einen Tropfen destillierten Wassers auf den Objektträger übertragen und mikroskopisch untersucht. Es zeigte sich dabei ein ganz überraschendes und unerwartetes Bild.

Die Haut bestand aus zahllosen, winzigen, ungefärbten, glänzenden Körnchen, welche dicht nebeneinander lagen. Dazwischen sah man größere Gebilde, welche vollkommen unregelmäßig konturiert waren, und in deren Innern man fast überall eine etwas stärker lichtbrechende Stelle sehen konnte (Fig. 7). Diese Gebilde erinnerten lebhaft an die unregelmäßig konturierten Formen der neuen Eisenbakterie; hier waren nur die Konturen noch unregel-

mäßiger, es war keine dunkle Peripherielinie vorhanden und, was besonders überraschend war, die Gebilde waren vollkommen farblos. Ihre Länge schwankte zwischen 2,5 und 5,5  $\mu$ , die Breite zwischen 1,5 und 4  $\mu$ . Es waren aber auch Individuen vorhanden, bei denen Länge und Breite ziemlich gleich groß waren. Die Eisenreaktion mit rotem und gelbem Blutlaugensalz rief keine blaue Färbung hervor. Beim Einwirken der 5 proz. Salzsäure verschwanden die unregelmäßigen Konturen der Gebilde, und es traten deutlich sichtbare, sporentragende, ungefärbte Stäbchen hervor, wie sie auch außerhalb der Haut neben sporenlosen Stäbchen vorhanden waren.

Wenn man die 5 proz. Salzsäure direkt auf das fixierte Präparat einwirken läßt und die Wirkung unter dem Mikroskop verfolgt, so sieht man, wie die vordem fast glänzenden Körnchen plötzlich matt werden und zum großen Teil sogar zu verschwinden scheinen. Ein Tropfen starker Salzsäure

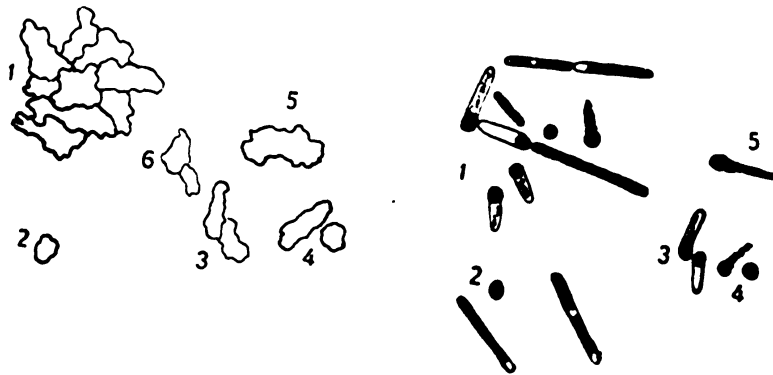


Fig. 8.

ruft ihr vollständiges Verschwinden hervor. Gleichzeitig verschwinden auch die unregelmäßig konturierten Gebilde. Jetzt sieht man nur gewöhnliche Stäbchen, Ketten und sporentragende Formen. Ebenso auflösend wirken auch 1 proz. Schwefelsäure, schwache und starke Salpetersäure und Essigsäure. In allen Fällen geschieht die Auflösung ohne Gasbildung.

Behandelt man das Präparat nach der Einwirkung der Säuren und Abspülen mit destilliertem Wasser mit verdünnter Methylviolettlösung, Fuchsin oder Methylenblau, so färben sich die Bakterien in entsprechenden Farben; die Körnchen kommen aber nicht mehr zum Vorschein (Fig. 8). Die fast homogen erscheinende Grundmasse, in welcher die Körnchen und Bakterien zu liegen scheinen, färbt sich dabei ganz schwach.

Auch die mit Säuren unbehandelte Haut läßt sich mit denselben Farbstoffen ganz schön färben. Die Färbung geht besonders schnell und intensiv an den Rändern der Hautstücke vor sich und verbreitet sich dann langsam bis in die Mitte. Dabei kommen auch viele gerade, mehr oder weniger lange Stäbchen zum Vorschein, die scheinbar unter der Haut liegen und vordem durch die Körnchen verdeckt waren.

Das Verhalten der Haut den Säuren gegenüber ließ vermuten, daß es sich hier um irgendeine Kalkverbindung handelte. Folgender Versuch hat diese Vermutung vollkommen bestätigt:

Ein Stück der Haut wurde mit einer Platinnadel in einen Tropfen destilliertes Wasser (welches vorher auf Kalk geprüft wurde und sich als vollkommen kalkfrei erwies) auf den Objektträger gebracht. Das Wasser wurde vorsichtig,



um das Hautstück nicht mitzureißen, mit Filtrierpapier aufgesogen und durch einen neuen Wassertropfen ersetzt. Dieser wurde wieder mit Filtrierpapier aufgesogen, wieder durch einen neuen Wassertropfen ersetzt, und so fort, bis man annehmen konnte, daß alle Spuren der Bouillon, welche an der Haut hafteten, entfernt waren. Dann wurde das Hautstück auf dem Objektträger durch Erwärmen fixiert, ein Tröpfchen 5 proz. Salzsäure daraufgebracht und bis zum Trocknen verdampft. Der Rückstand wurde im destillierten Wasser gelöst und mit einem Tropfen 1 proz. Schwefelsäure behandelt. Nach dem Verdunsten sah man unter dem Mikroskop typische Kristalle und Drusen von Gips (Fig. 9). Dieser Versuch wurde mehrere Male und immer mit denselben Resultaten wiederholt. Es konnte also nicht zweifelhaft sein, daß die Körnchen und die Einlagerungen der Bakterien aus irgendeiner Kalkverbindung bestanden<sup>1)</sup>.

Um welche Kalkverbindungen es sich hier handelt, konnte ich bis jetzt nicht ermitteln. Daß es kein kohlenaurer Kalk ist, beweist die Auflösung in Säuren ohne Gasbildung. Andererseits kann es auch kein oxalsaurer Kalk sein, da hier die Essigsäure, gleich den mineralischen Säuren, auflösend wirkt.

Daß die Kalkbakterie mit der in dieser Abhandlung beschriebenen Eisenbakterie identisch ist, beweist nicht nur ihre Abstammung von der letzteren und die Identität ihrer morphologischen Eigenschaften, sondern auch der Umstand, daß man aus der Kalkbakterie wieder Eisenbakterien züchten kann. Wenn man nämlich ein Stück der Kalkbakterienhaut in Eisenpeptonlösung abimpft, so entwickeln sich da wieder typische Eisenbakterien. Nur das eine muß ich noch besonders erwähnen:

Es gelang mir nämlich niemals, in solchen Eisenpeptonkulturen eine zusammenhängende, regenbogenartig schillernde Haut wieder zu bekommen. Es bildeten sich immer nur kleine, metallisch glänzende Pünktchen. Die Ursache dieser Erscheinung vermag ich ebenso wenig zu erklären, wie die Ursache der Bildung solcher Pünktchen überhaupt.

Ich muß noch hinzufügen, daß die Kalkbakterie sehr wählerisch in bezug auf die Nährböden zu sein scheint. Sie entwickelte sich nämlich nur in der Bouillon von oben angeführter Zusammensetzung. Da mein Vorrat an dieser Bouillon zu Ende war, und ich wegen der Kriegsverhältnisse kein Liebig's Fleischextrakt mehr erhalten konnte, versuchte ich die Kalkbakterie in einer Rindfleischwasser-Bouillon zu kultivieren. Hier bildeten sich aber ausschließlich gewöhnliche, kalkfreie, sporenlose und sporentragende Formen, und die Bildung der Haut an der Oberfläche blieb auch aus. Infolge der Eintrocknung meiner Liebig's extrakt-Kulturen war ich gezwungen, die weitere Untersuchung der Kalkverbindung vorläufig einzustellen.

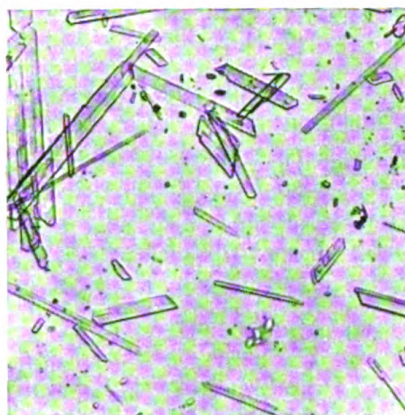


Fig. 9.

<sup>1)</sup> Haushofer, Mikroskopische Reaktionen. Braunschweig 1885.

**Kalk-Pepton-Kulturen.**

Nachdem ich die Kalknatur der farblosen Ausscheidungen festgestellt hatte, versuchte ich, die Bakterie in Peptonlösung mit Beifügung verschiedener Kalkverbindungen zu kultivieren. Die Nährlösungen wurden analog den Eisen- und Manganpeptonlösungen zusammengestellt:

1000 ccm	destill. Wasser
10 g	Pepton Witte
10 g	Kochsalz
1 g	Kalkverbindung.

Als Kalkverbindungen habe ich kohlensauren, schwefelsauren, essigsauren und zitronensauren Kalk gebraucht.

Die Bildung typischer Kalkformen konnte nur in der Nährlösung mit kohlensaurem Kalk, und dabei nur in einem Kolben, beobachtet werden. In allen anderen Kulturen bildeten sich nur kalkfreie, sporenlose und sporentragende Stäbchen und Ketten. Makroskopisch ergaben diese Kulturen dasselbe Bild, wie die Kulturen in eisen- und manganfreien Pepton-Kochsalz-Lösungen.

Auf Grund der makroskopischen (metallisch oder regenbogenfarbig schillernden Haut und mikroskopischen (Stäbchenform, goldener Glanz, zerhackte, eisenspeichernde Formen) Ähnlichkeit der neuen Bakterie mit *Ferribacterium duplex* möchte ich vorschlagen, für sie den Gattungsnamen *Ferribacterium* beizubehalten und ihr den Art-namen *Ferribacterium calceum* zu geben, was auf ihre Eigenschaft, Eisen durch Kalk zu ersetzen, hindeuten soll.

**Zusammenfassung.**

1. *Ferribacterium calceum* ist eine stäbchenförmige, bewegliche, sporenbildende Bakterie, welche in einer und derselben Nährlösung gleichzeitig in eisenfreien und in eisenspeichernden Formen vorkommt.

2. Die sporenlosen Individuen haben die Form von kürzeren und längeren Stäbchen, Doppelstäbchen und mehr oder weniger langen, geraden oder unregelmäßig gekrümmten Ketten.

3. Die sporenbildenden Individuen kommen auch in einigen Formen vor, zwischen welchen man deutliche Übergänge nachweisen kann.

4. Während die eisenfreien Individuen sich in der Nährlösung und am Boden der Kulturgefäße entwickeln, bilden die eisenspeichernden Individuen eine Haut an der Oberfläche der Nährlösung.

5. Die Haut ist metallisch oder regenbogenfarbig schillernd und bedeckt entweder die ganze Oberfläche der Nährlösung, oder bildet darauf nur einzelne winzige, metallisch glänzende Pünktchen. Beim durchfallenden Licht auf dem Objektträger und unter dem Mikroskop erscheint die Haut mehr oder weniger intensiv gelb bis rotbraun gefärbt.



6. Mikroskopisch erscheint die Grundmasse der Haut von homogener Struktur. In der Grundmasse sind unzählige kleine, goldglänzende Körnchen und Bakterien eingelagert.

7. In jüngeren Kulturen haben die eisenspeichernden Formen ganz regelmäßige Konturen, und unterscheiden sich von eisenfreien Individuen nur durch die gelbe Färbung und die dicke, deutlich sichtbare Membran.

8. In älteren Kulturen nehmen die eisenspeichernden Bakterien ganz unregelmäßige und sehr verschiedenartige Konturen an; dabei besteht jedes Individuum aus drei Elementen: einer dunkleren, inneren Partie, der sie umgebenden goldglänzenden Membran und einer scharf hervortretenden, dunklen Peripherielinie um diese herum.

9. Sowohl die jüngeren, als auch die älteren Formen lassen sich bei der Behandlung mit rotem resp. gelbem Blutlaugensalz und Salzsäure intensiv blau färben.

10. Bei der Behandlung mit Salzsäure entfärben sich die eisenspeichernden Formen und an ihrer Stelle erscheinen ungefärbte sporenlose und sporentragende Bakterien, welche mit eisenfreien Bakterien (Punkte 2 und 3) identisch sind.

11. *Ferribacterium calceum* entwickelt sich in rein mineralischen Lösungen nicht, gedeiht dagegen ausgezeichnet in Substraten, welche viel organische Substanzen enthalten (Klärschlamm, Pepton, Fleischbouillon).

12. Es gedeiht auch in Nährlösungen, zu welchen keine Eisenverbindung hinzugefügt war, entwickelt dann naturgemäß nur eisenfreie Formen.

13. Es vermag bei Abwesenheit von Eisen, letzteres nicht nur durch Mangan, sondern auch durch Kalk zu ersetzen.

14. Die Manganformen sind im allgemeinen mit Eisenformen identisch.

15. Die kalkspeichernden Formen bilden an der Oberfläche der Nährlösung eine weiße, zusammenhängende Haut.

16. Sie sind farblos und zeichnen sich durch größere Unregelmäßigkeit der Konturen aus, als die eisenspeichernden Formen.

17. In den entsprechenden Nährlösungen verwandeln sie sich wieder in Eisenformen.

#### Anmerkungen zu den Figuren.

Fig. 1. Photographie vom fixierten und in Kanadabalsam eingebetteten Präparat. Ölimmersion. Zeiß' Apochr.-Objektiv 3,0 mm, Kompens.-Okular 12. Vergrößerung ca. 600.

Fig. 2. Photographie vom fixierten und mit Methylenblau gefärbten Präparat. in Kanadabalsam. Trockensystem. Zeiß' Achrom.-Objektiv DD, Okular 5. Vergrößerung ca. 500.

Fig. 3. Photographie vom fixierten Präparat, in Glycerin-Gelatine. Sonst wie Fig. 2.

Fig. 4. Gezeichnet mit dem Abbeschen Zeichenapparat Zeiß nach dem lebenden Material im Wasser. Vergrößerung ca. 1500.

Fig. 5. Photographie vom fixierten, enteisenen, mit Wasser abgespülten und mit Fuchsin gefärbten Präparat, in Kanadabalsam. Sonst wie Fig. 2.

Fig. 6. Gezeichnet wie Fig. 4. Goldenglänzende Stäbchen nach Fixieren, Entfärben mit konzent. Salzsäure (paar Sekunden), Abspülen mit destill. Wasser und Färben (paar Sekunden) mit gesättigter alkoholischer Methylviolett-Lösung. In Kanadabalsam. Vergrößerung ca. 1500.

Fig. 7. Photographie vom fixierten und mit Fuchsin gefärbten Präparat, in Glycerin. Sonst wie Fig. 1.

Fig. 8. Gezeichnet nach dem fixierten Präparat, wie Fig. 4. Vergrößerung ca. 1500. Links: Im Wasser. Es sind nur die Umrisse der kalkspeichernden Bakterie angegeben, die körnige Grundmasse ist nicht aufgezeichnet, muß aber zwischen den Bakterien vorgestellt werden. Bei 1 waren die Umrisse der Bakterien sehr schwer zu definieren, da einzelne Individuen übereinander zu liegen scheinen. Rechts: Dieselbe Stelle wie links nach dem Behandeln mit starker Salzsäure, Abspülen mit destill. Wasser und Färben mit Methylviolett. Die langen Stäbchen waren links durch die Körnchen ganz verdeckt. Die links mit 6 bezeichnete Stelle fehlt rechts, weil sie wahrscheinlich während des Behandeln mit Reagentien weggespült worden war. Die schwach violett gefärbte Grundmasse der Haut ist rechts nicht wiedergegeben.

Fig. 9. Photographie der Gipskristalle. Trockensystem. Zeiß' Achrom.-Objektiv A, Okular 5. Vergrößerung ca. 180.

Aachen, Januar 1917.

*Nachdruck verboten.*

## Über Nitratreduktion in nassem Ackerboden ohne Zusatz von Energiematerial.

Aus dem landwirtschaftlich-bakteriologischen Institut  
der Universität Göttingen.

Von Dr. Alice Oelsner.

Gelegentlich einer früheren Untersuchung bemerkte ich, daß in 2 kg Lehm Boden von unserem Versuchsfelde, dem 23,3 mg Natriumnitrat-N auf 100 g trockenem Boden und 40 Proz. Wasser zugesetzt waren, der Nitrat-N-Gehalt nach vier Wochen auf 16,0 mg N zurückgegangen war. Ein anderer Versuch der gleichen Art, der ursprünglich 24,4 mg N enthielt, zeigte nach dieser Zeit einen Nitrat-N-Gehalt von 18,6 mg. Dieses Resultat war überraschend. Denn nach allen bisherigen Erfahrungen tritt Denitrifikation nur ein, wenn dem Boden eine Energiequelle für die denitrifizierenden Bakterien zugesetzt wird. In meinem Fall aber enthielt der Boden keinen solchen Zusatz. Die Ursache der Nitratreduktion mußte nach den Untersuchungen von Koch und Pettit<sup>1)</sup> dem abnorm hohen Wassergehalt meiner Versuchsböden zuzuschreiben sein. Ein Kontrollversuch ohne zugesetzte C-Quelle, der auf dem normalen Wassergehalt von 18 Proz. gehalten war, zeigte denn auch nach vier Wochen die ursprünglich ihm zugesetzte Nitratmenge wieder (22,8 mg N). Koch und Pettit haben gefunden, daß die Steigerung des Wassergehaltes von Boden auf 30 Proz. sowohl die Salpeterumsetzung wie die Gesamtstickstoffabnahme, also die Entbindung freien Stickstoffs aus Salpeter durch verschiedene denitrifizierende Bakterienarten, beträchtlich in die Höhe schnellen läßt. Bei diesen Untersuchungen aber handelt es sich

<sup>1)</sup> Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 26. 1910. S. 335.

stets um Denitrifikation in Gegenwart von Zucker als Energiequelle. Eine Andeutung darüber, daß Zusatz von Energiematerial hierfür nicht notwendig ist, findet sich bei Pfeiffer<sup>1)</sup>, der in seiner ausführlichen Arbeit über den „Stickstoffhaushalt des Ackerbodens“ an einer Stelle anführt, daß vom angewandten Salpeterstickstoff ein gewisser Bruchteil aus Lehm Boden, lehmigem Sandboden und Sandboden gasförmig entweicht, selbst ohne Beigabe einer Strohdüngung. Aber nähere Untersuchungen finden sich an dieser Stelle nicht, es sind nur Folgerungen aus Bilanzrechnungen, die sich auf Gesamt-N-Bestimmungen des Bodens und der Ernte aufbauen. Daß hierbei der hohe Wassergehalt des Bodens von Bedeutung ist, wird nicht besonders angegeben.

Ich setzte nun neue Versuche der beschriebenen Art in größerer Zahl an, um sicher zu sein, daß kein zufälliger Beobachtungsfehler meinerseits vorlag. Es wurden immer je drei Parallelproben von 18, 30 und 40 Proz.  $H_2O$ -Gehalt angesetzt, also eine von normalem Wassergehalt, eine, in der der Wassergehalt die Sättigungskapazität etwas überschreitet und die dritte, in der so viel Wasser vorhanden ist, daß es als Schicht von einigen cm Höhe über dem Boden steht und diesen vollständig von der Außenwelt abschließt. Die gefundenen Resultate sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

	Ursprünglich vorhandene Nitrat-N-Menge	Wiedergefundene Nitrat-N-Menge bei		
		18% $H_2O$ mg	30% $H_2O$ mg	40% $H_2O$ mg
Angesetzt 17. Jan.	21,9 mg N auf 100 g trocknen Boden			
nach 4 Wochen (20 Febr.)		22,2	22,7	19,3
nach 8 Wochen (24. März)		24,4	23,0	17,2
nach 6 Monaten . . . .		—	—	0,9
Angesetzt 3. April	23,6 mg N auf 100 g trocknen Boden			
nach 6 Wochen (16. Mai)		—	23,4	16,0
nach 3 Monaten (16. Juli)		—	21,4	14,1

Also, wenn auch die einzelnen Versuche um einige mg N schwanken, so ist doch sicher erwiesen, daß ein Nitratrückgang bei 40 Proz. Wasser eingetreten ist. Die Grenze des für diesen Vorgang notwendigen Wassergehaltes der Erde ist ziemlich scharf. Bei 30 Proz.  $H_2O$  bleibt die Nitratmenge — innerhalb der Versuchsfehler — unverändert erhalten, bei 40 Proz. verschwindet ein Teil des Nitrats und zwar innerhalb der gleichen Zeit immer ungefähr die gleiche Menge. In einem Falle konnte — nach einem Zeitraum von einem halben Jahre — überhaupt Nitrat nur noch in Spuren aufgefunden werden.

Es ergibt sich daraus das Resultat, daß im Erdboden auch ohne Zusatz einer Energiequelle Denitrifikation eintritt, wenn er sehr naß gehalten wird. Die Erklärung hierfür haben schon Koch und Pettit darin gesucht, daß die überstehende Schicht Wasser den Boden unter Luftabschluß hält; die Bodenbakterien sind also von dem ihnen notwendigen Luftsauerstoff abgeschnitten

<sup>1)</sup> Pfeiffer, Frank, Friedländer und Ehrenberg, Mitt. d. landw. Institute der kgl. Universität Breslau. Bd. 4. S. 754.

und benutzen als Ersatz den Sauerstoff des Nitrats. So kommt der Reduktionsprozeß zustande.

Um diese Annahme nachzuprüfen, stellte ich Versuche mit einem stark tonhaltigen Muschelkalk-Ackerboden vom Hainberge zwischen Göttingen und Herberhausen an. Dieser Boden enthält zirka 50 Proz. abschlämmbare Teile, wenn man 10 Minuten absitzen läßt; er steht also physikalisch ungefähr auf der Grenze zwischen Lehm- und Tonboden. Da dieser Boden (infolge seiner besonderen Beschaffenheit) weniger Luft zwischen den einzelnen Bodenpartikeln einschließt als der Boden von unserem Versuchsfeld, so erwartete ich, daß bei Luftabschluß durch Wasser noch früher Sauerstoffmangel für die Bakterien eintreten und infolge dessen die Nitratreduktion schon eher und vielleicht auch noch in höherem Grade als bei unserem Versuchsfeldboden einsetzen müßte. Da der tonige Boden eine größere Wasserkapazität besitzt als der Ackerboden von unserem Versuchsfeld, so ist bei einem Wassergehalt von 30 Proz. der Boden noch nicht sehr auffallend feucht, bei einem Wassergehalt von 40 Proz. ist die Erde nur mit einer flachen Schicht Wasser bedeckt. Um aber auch einen Versuch zu haben, der dem mit unserem Feldboden von 40 Proz.  $H_2O$  hinsichtlich des Luftabschlusses entspricht, wurde eine Probe des tonigen Bodens auf einen Gehalt von 50 Proz.  $H_2O$  gebracht. Dann steht das Wasser in hoher Schicht über dem Boden und schließt die Luft sicher ab. Demnach wurden folgende Versuche angesetzt:

1. Als Vergleichsbestimmungen zunächst nochmals Versuche mit unserem Versuchsfeldboden und zwar je 2 kg Erde mit 23,8 mg Nitrat-N auf 100 g trockenen Boden je mit 20 bzw. 30 bzw. 40 Proz. Wasser.

2. Versuche mit tonigem Boden: 2 kg Erde mit 23,15 mg Nitrat-N auf 100 g trockenen Boden je mit 20 bzw. 30 bzw. 40 bzw. 50 Proz. Wasser.

Ich überließ die Böden im Brutzimmer bei einer Temperatur von 20° der Einwirkung ihrer eigenen Bakterien und entnahm nach zwei Monaten eine Probe zur Nitratbestimmung, die, wie an dieser Stelle erwähnt werden soll, ebenso wie alle anderen Bestimmungen dieser Arbeit nach der bekannten Methode mittels Reduktion mit Zink und Eisen in alkalischer Lösung ausgeführt wurde. Es ergab sich folgendes Resultat:

Ursprüngliche Nitratmenge	Wiedergefundene Nitratmenge bei			
	20% $H_2O$	30% $H_2O$	40% $H_2O$	50% $H_2O$
1. Versuchsfeldboden: 23,8 mg N auf 100 g trocknen Boden	22,5	18,1	15,9	—
2. Toniger Boden. 23,15 mg N . . . . .	28,0	24,1	1,5	1,4

Also zeigt sich deutlich entsprechend der Voraussetzung, daß im tonigen Boden die Denitrifikation bedeutend energischer von statten geht. Auffallend ist, daß auch die Neubildung von Nitrat aus im Boden in anderer Form vorhandenen Stickstoffverbindungen bei normalem Wassergehalt (20 und 30 Proz.) im tonigen Boden umfangreicher von statten geht als bei unserem Versuchsfeldboden, trotzdem der Tonboden von einem einen sehr mageren Eindruck machenden Acker entnommen war. In einem besonders dafür angesetzten Versuch zeigte sich, daß der Nitrat-N-Gehalt in 100 g des trockenen tonigen Bodens von ursprünglich 0,988 mg innerhalb von vier Wochen auf 3,35 mg gestiegen war, während unser Ackerboden nur eine Zunahme von 0,806 mg auf 1,15 mg N zeigte.

Um festzustellen, wieviel Nitrat überhaupt zum Verschwinden gebracht werden kann, setze ich derselben tonigen Bodenprobe von 40 Proz.  $H_2O$ , die schon 23,15 mg N auf 100 g trockenen Boden fast verbraucht hatte, nochmals eine gleiche Nitratgabe zu (22,99 mg Nitrat-N). Nach zwei Monaten untersuchte ich von neuem, und es fand sich, daß wiederum das Nitrat fast quantitativ verschwunden war, 1,89 mg Nitrat-N auf 100 g trockenen Boden wurden wiedergefunden. Zum Vergleich teile ich mit, daß die Nitratbestimmung bei den gleichzeitig angesetzten Versuchen mit Lehmboden von unserem Versuchsfeld nach 4 bzw. nach  $7\frac{1}{2}$  Monaten folgende Zahlen ergab:

Ursprüngliche Nitrat-N-Menge 23,8 mg N	Wiedergefundene Nitrat-N-Menge bei	
	30% $H_2O$ mg	40% $H_2O$ mg
Nach 4 Monaten . . . . .	17,4	7,4
„ $7\frac{1}{2}$ „ . . . . .	19,9	4,7

Also auch da scheint allmählich sämtliches Nitrat verbraucht zu werden, aber bedeutend langsamer als im Tonboden.

Nun interessierte die Frage, welche Mengen Nitrat maximal im Tonboden denitrifiziert werden können, ob es vielleicht eine Grenzkonzentration von Nitrat gibt, oberhalb deren die Bakterien das Nitrat nicht mehr vertragen können. Ich setzte also eine Versuchsreihe mit steigenden Nitratmengen an, bis zu 77 mg N auf 100 g Boden, in der Erwartung, daß diese letzte Menge bereits als Gift auf die Bodenbakterien wirken mußte und durch sie nicht mehr angegriffen wurde. Aber es zeigte sich, daß doch ein Teil des zugesetzten Nitrats verschwand. Die Tabelle lautet:

Giftwirkung von Nitrat in Versuchen mit Tonboden von 50%  $H_2O$ .

Ursprünglich zugesetzte Nitrat-N-Menge in mg auf 100 g trocknen Boden	Vorhanden nach $3\frac{1}{2}$ Wochen mg	Verschwunden in mg	Verschwunden in %
22,11	4,5	17,6	79,5
33,16	16,88	16,3	49,1
44,22	18,66	25,6	57,8
55,37	31,8	23,6	42,6
66,33	44,0	22,3	33,6
77,38	44,34	33,0	42,7

Ich untersuchte diese Proben nicht mehr darauf, ob nach längerer Zeit das gesamte Nitrat zersetzt wurde, da praktisch niemals so große Nitratkonzentrationen im Erdboden vorkommen. Es genügte nur, nachzuweisen, daß bis zu dieser hohen Konzentration keine Giftwirkung vorliegt für die denitrifizierenden Bakterien, während doch vielen anderen Formen gegenüber Salpeter als Antiseptikum wirkt.

Um den Einfluß noch einer dritten Bodenart auf den Gang der Denitrifikation kennen zu lernen, wurden Versuche mit einem Sandboden aus der Heide bei Nienburg a. d. Weser angestellt. Dieser besaß eine bedeutend geringere Wasserkapazität als der Tonboden, bei 30 Proz. bedeckte das Wasser die Bodenoberfläche völlig. Es ergaben sich folgende Zahlen:

Ursprünglich zugesetzte Nitrat-N-Menge	Wiedergefundene Nitrat-N-Menge
21,3 mg N auf 100 g Boden . .	nach 4 Wochen
	bei 20% H <sub>2</sub> O      bei 30% H <sub>2</sub> O
	19,4 mg N      7,4 mg N

Also auch hier tritt bei hohem Wassergehalt ziemlich starke Denitrifikation ein.

Nachdem alle bisherigen Versuche im Brutzimmer vonstatten gegangen waren, sollte geprüft werden, wie die Denitrifikation bei gewöhnlicher Temperatur verläuft. Ich stellte daher einige Versuchsflaschen in einen Keller-raum, der eine Temperatur von ca. 15° besaß. Ergebnis:

#### 1. Tonboden mit 50% H<sub>2</sub>O.

Ursprüngliche Nitrat-N-Menge	Wiedergefundene Nitrat-N-Menge	Wiedergefundene Nitrat-N-Menge
	nach 6 Wochen	nach 4 Monaten
22,57 mg N auf 100 g Boden .	7,38 mg N	
45,15 mg N auf 100 g Boden .	29,75 mg N	22,45 mg N

#### 2. Sandboden.

Ursprüngliche Nitratmenge	Wiedergefundene Menge nach 6 Wochen bei		
21,27 mg N auf 100 g tr. Boden	20% H <sub>2</sub> O	30% H <sub>2</sub> O	40% H <sub>2</sub> O
	18,9 mg N	12,1 mg N	4,2 mg N

Die Denitrifikation geht also auch unter diesen Verhältnissen, allerdings etwas schleppender, vonstatten.

Ferner wollte ich nachprüfen, ob die Denitrifikation ohne Zusatz einer C-Quelle tatsächlich allein durch die Abwesenheit des Luftsauerstoffs bedingt ist. Zu diesem Zwecke wurden Versuche angestellt, die mit Hilfe anderer Methoden als Abschluß durch Wasser den Zutritt von Luft zur Erde verhinderten. Es stand mir ein kleiner Apparat zur Anaerobenzüchtung nach O m e l i a n s k i zur Verfügung, in dem ein Reagenzglas durch alkalische Pyrogalllösung und einen Quecksilberschluß von dem Sauerstoff der Luft abgeschlossen werden kann. Es ließen sich allerdings nur ungefähr 25 g mit Nitratlösung versetzte Erde hineinfüllen. Aber auch in dieser geringen Menge gelang es zweifellos, den Eintritt der Denitrifikation nachzuweisen. Ich machte nacheinander zwei Versuche in diesem Apparat mit verschiedener Nitratkonzentration.

1. 23 g toniger Boden von zirka 20 Proz. Feuchtigkeit mit 19,37 mg Nitrat-N, das entspricht also 103,3 mg N auf 100 g trockenen Boden, zeigte nach zwei Monaten nur noch 40,0 mg Nitrat-N auf 100 g Boden.

2. 27 g toniger Boden, enthaltend 23,14 mg Nitrat-N auf 100 g trockenen Boden, zeigte nach drei Monaten keine Spur von Nitrat mehr, nicht einmal qualitativ mit Hilfe der empfindlichen Nitratreaktion nach C i m m i n i.

Ein weiterer Versuch, den Luftsauerstoff dadurch fernzuhalten, daß andauernd ein Strom von Wasserstoff durch das Versuchsgefäß geleitet wurde, gab nicht das gewünschte Resultat: Das zugesetzte Nitrat wurde nach vier Wochen quantitativ wiedergefunden. Vielleicht reichte hier die Anordnung nicht aus, um den Luftsauerstoff abzuhalten, indem des Nachts, wenn der H-Strom abgestellt war, die Außenluft durch die Gummiverbindungen in das Versuchsrohr eindrang. Dagegen hatte ich mit einer anderen, ganz einfachen Versuchsanordnung besseren Erfolg. Die mit Nitratlösung versetzte Erde von normalem Wassergehalt (18—20 Proz.) wurde in einem Erlenmeyerkolben bis dicht an den Rand gefüllt, dann ein Korkstopfen luftdicht aufgesetzt und dieser mit Siegelack überzogen. So war in dem ganzen Ge-

faß außer der zwischen den Bodenpartikeln vorhandenen Luft kein größeres Luftvolumen enthalten und von außen hatte neue Luft keinen Zutritt. Zu diesen Versuchen wendete ich tonigen Boden, Lehm Boden vom Versuchsfeld und Sandboden an. Ein Teil der Flaschen stand im Brutzimmer, ein anderer Teil im Keller. In folgender Tabelle sind die Versuchsergebnisse zusammengestellt.

### I. Versuche mit tonigem Boden.

Angesetzt am 6. Mai.

#### A. Brutzimmertemperatur.

Untersucht am	ursprüngl. Nitrat-N-Menge in mg auf 100 g trockn. Boden	wiedergefundene Nitrat-N-Menge in mg	wiedergefundene Nitrat-N-Menge in %
1. 11. Mai nach 5 Tagen .	33,7	24,5	72,7
2. 15. Mai nach 9 Tagen .	34,9	13,7	39,4
3. 19. Mai nach 13 Tagen .	29,4	15,4	52,3
4. 31. Mai nach 25 Tagen .	30,7	19,8	64,6
5. 8. Juni nach 4 Wochen	29,4	0	0
6. 8. Juli nach 8 Wochen	31,2	0	0
7. 19. Mai nach 13 Tagen .	61,8	37,5	60,7
8. 6. Juli nach 8 Wochen	59,3	61,3	100
9. 15. Mai nach 9 Tagen .	131,4	77,0	58,6
10. 19. Mai nach 13 Tagen .	98,8	78,4	79,3

#### B. Kellertemperatur.

1. 18. Mai nach 11 Tagen .	30,8	27,4	89
2. 31. Mai nach 25 Tagen .	32,5	32,9	100
3. 9. Juni nach 4 Wochen	30,1	21,8	72,5
4. 23. Juli nach 10 Wochen	31,1	15,9	49,6

### II. Versuche mit Lehm Boden vom Versuchsfeld.

Angesetzt am 11. Mai.

#### Brutzimmertemperatur.

Untersucht am	ursprüngl. Nitrat-N-Menge in mg auf 100 g trockn. Boden	wiedergefundene Nitrat-N-Menge in mg	wiedergefundene Nitrat-N-Menge in %
1. 18. Mai nach 7 Tagen .	21,2	17,6	83,0
2. 31. Mai nach 20 Tagen .	39,1	29,1	74,4
3. 9. Juni nach 4 Wochen	44,8	45,0	100
4. 8. Juli nach 8 Wochen	22,2	21,1	100
5. 4. Nov. nach 6 Monaten .	73,8	53,5	72,6

### III. Versuche mit Sandboden.

Angesetzt am 8. Juni.

#### Brutzimmertemperatur.

Untersucht am	ursprüngl. Nitratmenge mg N auf 100 g trockn. Boden	wiedergefundene Nitratmenge	in %
15. Juni nach 7 Tagen . . .	26,7	26,2	100

#### Kellertemperatur.

28. Juli nach 6 Wochen . . .	24,8	16,7	66
------------------------------	------	------	----

Im allgemeinen läßt sich also sagen, daß auch unter diesen Umständen Denitrifikation eintritt; allerdings geht der Prozeß nicht so schnell und auch nicht so sicher vonstatten wie unter Wasserabschluß. In einigen wenigen Fällen ist die Nitratmenge unverändert geblieben, zweimal — bei tonigem Boden — war vollkommene Nitratreduktion zu beobachten.

Es bleibt noch zu erwähnen, daß ich zwei Versuche derart ansetzte, daß die Versuchsflaschen mittels der Wasserstrahlpumpe stark evakuiert wurden. In dem einen Falle war innerhalb von drei Wochen die gesamte Nitratmenge quantitativ verschwunden, im anderen Falle von 52,7 mg auf 36,5 mg N in 100 g trockenen Boden zurückgegangen.

Das Resultat aller dieser Versuche ist also, daß tatsächlich jede Art von Luftabschluß die Bodenbakterien dazu veranlaßt, Nitrat abzubauen, auch wenn ihnen keine zugesetzte kohlenstoffhaltige Nahrung als Energiequelle zur Verfügung steht.

Am sichersten gelingt die Denitrifikation, wenn der Luftabschluß durch einen hohen Wassergehalt des Bodens erreicht wird. Da dies außerdem die bequemste Versuchsanordnung ist, wurden alle folgenden Versuche mit nassem Boden ausgeführt, und zwar mit dem tonigen, weil dieser wiederum sich am günstigsten von allen untersuchten Bodenarten erwiesen hatte.

Daß die beobachtete Denitrifikation auf die Tätigkeit der Bodenbakterien zurückzuführen ist und nicht auf rein chemische Vorgänge im Boden oder gar auf einen konstanten Fehler in der Untersuchungsmethode, ergibt sich daraus, daß einerseits im sterilisierten Boden (dreimaliges Erhitzen im strömenden Dampf und Zusatz von Thymol) und in andererseits einer unsterilisierten Bodenprobe, die sofort nach Zusatz des Nitrats und der nötigen Wassermenge wie gewöhnlich getrocknet und untersucht wurde, die zugesetzte Nitratmenge wiedergefunden wurde.

Die weitere Untersuchung beschäftigte sich mit der Frage: Was wird aus dem verschwundenen Nitrat-N, in welche Form wird er durch die das Nitrat angreifenden Bakterien gebracht? Zunächst vermutete ich, daß er zum Aufbau des Protoplasmas neuer Bakterienzellen verwendet würde. Dann müßte bei einer Gesamt-N-Bestimmung des Bodens der zugesetzte Nitrat-N wiedergefunden werden. Es wurde nun also in einem besonderen Versuche die Ausgangs-N-Menge des Bodens bestimmt, dann die Nitratlösung von bekanntem N-Gehalt zugesetzt, und nach Verschwinden des Nitrats, was durch qualitative Prüfung nach Cimmini nachgewiesen wurde, abermals eine Gesamt-N-Bestimmung des Bodens vorgenommen. Hierbei ergab sich bei 40 und 50 Proz. Wassergehalt des Bodens stets nur die Ausgangsmenge des Bodenstickstoffs wieder, der zugesetzte und verschwundene Nitrat-N geht also nicht in die Bodenbakterien als Protoplasma-Eiweiß über.

Ausgangs-N-Menge des Bodens	Zugesetzte Nitrat-N- Menge in mg	Gesamt-N in mg
204,8 mg N auf 100 g trocknen Boden . . . . .	23,4	228,2
bei 20% H <sub>2</sub> O . . . . .	23,4	228,6
bei 30% H <sub>2</sub> O . . . . .	23,4	227,8
bei 40% H <sub>2</sub> O . . . . .	23,4	205,1
bei 50% H <sub>2</sub> O . . . . .	23,4	204,5



Eine zweite zur Sicherheit angesetzte Versuchsreihe ergab das gleiche Resultat.

Ausgangs-N-Menge des Bodens	Zugesetzte Nitrat-N-Menge in mg	Wiedergefundene Nitrat-N-Menge in mg	Gesamt-N in mg
201,38 mg N auf 100 g Boden	28,69		230,07
20% H <sub>2</sub> O . . . . .		31,9	230,7
40% H <sub>2</sub> O . . . . .		0	201,8

Die Differenz in der Gesamt-N-Bestimmung bei trockenem und nassem Boden entspricht also genau der zugesetzten und bei 40 Proz. H<sub>2</sub>O verschwundenen Nitratmenge. Ich hielt es nun für möglich, daß der Verlust an N nur ein scheinbarer sei, indem die Bakterien das Nitrat in NH<sub>3</sub> verwandeln, und ich dieses bei der Gesamt-N-Bestimmung nicht fasse. Denn, um den nassen Boden von 40 Proz. H<sub>2</sub>O-Gehalt verarbeiten zu können, muß man ihn vorher trocknen. Dies geschah, indem er aus der Flasche auf einen großen Teller gebracht und auf das Wasserbad gestellt wurde. Hierbei würde das eventuell gebildete NH<sub>3</sub> natürlich zum großen Teile in die Luft gehen, also im Gesamt-N nicht mehr nachweisbar sein. Daher führte ich die Trocknung in einem anderen Versuche so aus, daß die feuchte Erde in eine Erlenmeyer-Kochflasche gebracht wurde und die beim Trocknen entstehenden Gase in eine Vorlage mit 0,1 n H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> geleitet wurden. Das freiwerdende Ammoniak müßte dann absorbiert werden. Aber die aufgefangene NH<sub>3</sub>-Menge ist längst nicht so groß, daß sie der ursprünglichen Nitratgabe entspricht: es entsteht nur ebensoviel, wie aus Erdboden ohne Nitratzusatz bei gleicher Behandlungsweise frei wird.

Aus Erdboden von 40% H<sub>2</sub>O-Gehalt beim Trocknen entstehende NH<sub>3</sub>-Menge.

Boden ohne Zusatz	Boden mit Zusatz von 20,81 mg Nitrat-N auf 100 g trock. Boden	mit Zusatz von 41,6 Nitrat-N auf 100 g trock. Boden
1,83 mg NH <sub>3</sub> -N	1,63 mg NH <sub>3</sub> -N	1,66 mg N

Die Gesamt-N-Bestimmung des auf diese Weise getrockneten Bodens ergab wieder die Ausgangsmenge an N ohne den zugesetzten Nitrat-N.

Um einen weiteren sicheren Nachweis zu haben, daß kein NH<sub>3</sub> aus dem Nitrat entstanden ist, trocknete ich eine andere nasse Bodenprobe auf dem Wasserbad mit Zusatz von Weinsäure im Überschuß, die nach der Angabe von Pfeiffer beim Trocknen des Bodens das Ammoniak bindet, die Gesamt-N-Bestimmung ergab auch hier wieder das gleiche Resultat. Eine Ammoniakbestimmung des Bodens nach der in den Lehrbüchern für Bodenanalyse beschriebenen Methode — Extraktion mit Salzsäure und Destillation eines aliquoten Teils mit Magnesia — zeigte ebenfalls, daß nur wenige mg NH<sub>3</sub> im Boden, in dem durch großen Wassergehalt das Nitrat verschwunden war, vorhanden sind.

So gelangte ich denn zu der Überzeugung, daß aus dem Nitrat in meinen Versuchen elementarer N entsteht und in die Luft geht<sup>1)</sup>. Für Denitrifikation

<sup>1)</sup> L ö h n i s (Vorlesungen über landw. Bakteriologie. S. 155) glaubt dagegen, daß auch in zeitweilig stark durchnäßigem Lande die Nitratreduktion keine erhebliche

in Gegenwart organischer Verbindungen ist ja bekannt, daß Nitrate unter Freiwerden von gasförmigen N-Verbindungen oder freiem N zersetzt werden. Auch bei meinen Versuchen war stets Gasbildung zu beobachten, die 40 oder 50 Proz.  $H_2O$  enthaltenden Erdproben zeigten nach wenigen Tagen meist lebhaftes Schäumen. Ich versuchte nun, indem ich die Versuche in geschlossenen Gefäßen ansetzte, das entstehende Gas aufzufangen und zu analysieren.

Durch Gasanalyse mittels der Hempelschen Apparatur ließen sich in mehreren Fällen  $CO_2$  und O nicht nachweisen, weder in Kalilauge noch durch Kupfer wurde etwas von dem Gas absorbiert.

Demnach ließe sich annehmen, daß das ganze bei der Denitrifikation entstehende Gas reiner Stickstoff ist. Aber diese Deutung ist nicht sicher, denn es scheint, als ob die hier angewendete Art der Versuchsanordnung nicht ausreicht. Das gebildete Gas kann nämlich nur schwer aus dem zähzusammenklebenden Boden entweichen, ein Teil bleibt darin zurück, und so ergaben schon rein qualitative Messungen kein solch großes Gasvolumen, wie dem N der verschwindenden Nitratmenge entsprechen würde. Um diese Schwierigkeit zu vermeiden, wollte ich Versuche mit Bodenaufschwemmung in Wasser anstellen; bei diesen entstand aber keine Gasentwicklung. Es scheint mir, als ob für den Vorgang der Nitratreduktion ein bestimmtes Mengenverhältnis von Wasser zu Erde nicht überschritten werden darf. Klarer Bodenextrakt oder eine dünne Suspension des Bodens in Wasser zeigten niemals das Verschwinden von zugesetztem Nitrat.

Folgende Versuche zeigen diese Verhältnisse näher: Je 10 g Erde wurden am 25. November 1915 mit wechselnden Mengen Wasser und Nitratlösung, von der 1 ccm 3,92 mg Nitrat-N enthielt, versetzt.

1. 10 g Erde mit 10 ccm $H_2O$ und 0,2 ccm Nitratlösung	Am 4. Dez. 1915 Nitrat verschwunden
2. 10 g Erde mit 20 ccm $H_2O$ und 0,4 ccm Nitratlösung	
3. 10 g Erde mit 50 ccm $H_2O$ und 0,5 ccm Nitratlösung	Am 17. März 1916 Nitrat verschwunden
4. 10 g Erde mit 100 ccm $H_2O$ und 2,0 ccm Nitratlösung	
5. 10 g Erde mit 250 ccm $H_2O$ und 5,0 ccm Nitratlösung	Am 17. März 1916 noch viel Nitrat vorhanden
6. 10 g Erde mit 500 ccm $H_2O$ und 10,0 ccm Nitratlösung	

Die Entbindung von freiem N und die Bildung von  $CO_2$  aus nassem nitrathaltigem Ackerboden konnte aber auf andere Weise nachgewiesen werden. Zu diesem Zwecke wurde Tonboden, mit 40 Proz. Wasser und Nitrat versetzt, im Dunkeln bei 25° gehalten. In einem solchen Versuche begann z. B. am 6. Tage die Gasbildung in dem Erdkölbchen. In 21 Tagen betrug die Gesamtgewichtsabnahme dieses 100 g Erde enthaltenden Kölbchens 199 mg, während 126 mg Wasser aus den entweichenden Gasen in Chlorcalciumrohren und 35 mg  $CO_2$  in Natronkalkrohren aufgefangen wurden. Demnach ergibt sich eine Abgabe von 38 mg N, wenn man von der Gesamtgewichtsabnahme 199 mg die Summe der aufgefangenen Wasser- und  $CO_2$ -Gewichte  $126 + 35 = 161$  mg abzieht und annimmt, daß das Nitrat unter Entbindung von freiem Stickstoff reduziert ist. Diese Ausbeute von 38 mg N würde sehr gut zu der Stickstoffmenge von 37,4 mg N stimmen, welche den 100 g Versuchsboden als Nitrat ursprünglich zugesetzt und welche bis auf 1,3 mg Nitratstickstoff aus dem Boden verschwunden waren.

Andere derartige Versuche geben keine so klaren Resultate, und wir wollen uns daher vorbehalten, die Frage der Umsetzungen in naßgehaltenem

Rolle spiele, weil dabei kein Stickstoffverlust eintrete, sondern nur eine teilweise Rückverwandlung des Salpeters in Ammoniak, die durch nachfolgende Nitrifikation wieder ausgeglichen wird.

Ackerboden in weiterem Umfange noch näher zu studieren. Diese Umsetzungen werden sichtlich durch die Gegenwart von Nitrat beeinflusst. Denn unser Versuchstonboden riecht naßgehalten nach einiger Zeit nach Schwefelwasserstoff und nimmt graue Farbe an. Wurde aber außerdem dem Boden Nitrat zugesetzt, so unterblieb Schwefelwasserstoffentwicklung und Graufärbung. Das Nitrat unterdrückt also hier wie bei der Fleischfäulnis die Tätigkeit der schwefelwasserstoffentwickelnden Fäulnisbakterien.

Weiter interessierte mich festzustellen, welches die für den Denitrifikationsvorgang notwendige Energiequelle im Boden ist. Bei den bisher beschriebenen Fällen von Denitrifikation bedürfen die Bakterien des Zusatzes von besonderer C-Nahrung; im vorliegenden Falle aber hängt die Fähigkeit, Nitrate zu reduzieren, nur vom Ausschluß der Luft ab: ein C haltiger Zusatz wurde nicht gemacht. Daher hielt ich es für wahrscheinlich, daß der Erdboden die C-haltige Nahrung für die denitrifizierenden Bakterien liefert. Nach Angabe einiger älterer Autoren zersetzt sich Humus leicht unter Wasserabschluß, und so ließe sich erklären, warum im Boden von 40 Proz.  $H_2O$  die Bakterien denitrifizieren können im Gegensatz zu Boden von 20 Proz.  $H_2O$ .

Ich suchte dieser Frage dadurch näher zu kommen, daß ich einen Versuch mit humusarmen Lehm Boden ansetzte.

	mg Nitrat-N in 100 g trockenen Bodens		Wassergehalt
	bei Beginn des Versuches am 1. Dez.	am 21. März	
1.	20,5	21,5	40%
2.	37,0	36,2	40%

Hier ist also das Nitrat unverändert erhalten geblieben, was dafür spricht, daß die kohlenstoffhaltige Substanz des Erdbodens die Energiequelle für den Denitrifikationsprozeß darstellt.

Eine weitere Versuchsreihe mit einer humusarmen Bodenprobe von anderem Fundort zeigt folgende Resultate:

	mg Nitrat-N in 100 g trockenem Boden		Wassergehalt
	bei Beginn des Versuches am 16. Nov. 16.	am 4. Jan. 17.	
1.	28,75	28,43	18%
2.	28,75	23,4	40%
3.	57,5	49,4	40%

Hier ist zwar ein Rückgang an Nitrat in den Böden mit 40 Proz. Wasser vorhanden, dieser war aber in humusreicheren Böden (s. oben) viel größer. Anscheinend enthält der Boden der letzten Versuchsreihe etwas mehr kohlenstoffhaltige Substanz, wie der zur vorhergehenden Versuchsreihe benutzte Boden, und der Umfang der Salpeterzersetzung ist vom Humusgehalt abhängig.

Weit zwingender war der Beweis für die Richtigkeit der Anschauung, daß die kohlenstoffhaltige Substanz des Bodens die Energie für die Nitratreduktion liefert, dadurch zu erbringen, daß man den in obenstehenden Versuchen meist benutzten tonigen Boden vom Hainberg bei Göttingen durch

Lüftung möglichst von organischer Substanz befreite, dann mußte die Nitratreduktion in solchem Boden schwächer werden oder ausbleiben, wenn unsere Ansicht über das Energiematerial dieses Prozesses richtig ist. 50 g des erwähnten tonigen, feingesiebten Bodens von 3,44 Proz. Wassergehalt wurden auf 18 Proz. Feuchtigkeit gebracht und 14 Monate dauernd mit kohlensäurefreier Luft gelüftet, wobei die Luft über den dünn ausgebreiteten dunkelgehaltenen Boden strich. Täglich wurden 8 Liter Luft durchgesaugt und die Kohlensäure in Barytwasser in Pettenkofer'schen Röhren aufgefangen, 5 Monate stand die Bodenprobe so bei 25° und lieferte in dieser Zeit 510 mg CO<sub>2</sub> und zwar ziemlich gleichmäßig monatlich 100 mg. Vom 11. August 1916 ab wurde das Brutzimmer nur noch vom Oktober bis Weihnachten geheizt, im übrigen stand der Versuch bei kühler Temperatur, der Jahreszeit entsprechend. Er lieferte in dieser Zeit noch rund 400 mg CO<sub>2</sub>, im Ganzen also rund 900 mg CO<sub>2</sub> aus 50 g Boden. Stoklasa<sup>1)</sup> erhielt aus 100 g Lehm-boden von Nimburg, der 2,3 Proz. Humus enthielt, 52 mg CO<sub>2</sub>, aus einem anderen Lehm-boden von annähernd demselben Humusgehalt bei 20° 150 mg in einem Monat, ich dagegen 130 mg. Die so vorbereitete Erde, welche in 100 g Trockensubstanz 2 mg Nitrat N enthielt, wurde mit Nitrat versetzt und mit 45 Proz. Wassergehalt vom 4. Mai bis 10. Juli bei etwa 25° gehalten. Der Nitrat-N-Gehalt betrug in 100 g Trockensubstanz bei Beginn des Versuchs 31,7, am Schluß 33,0 mg, so daß also das Nitrat nicht reduziert worden war; auffallenderweise war aber hier im Gegensatz zu allen anderen Versuchen dieser Arbeit in dem vorliegenden vorübergehend etwas Nitrit gebildet.

Die Verarmung des Bodens an kohlenstoffhaltiger Substanz durch lange, fortgesetzte Lüftung macht also die in den übrigen Versuchen mit diesem Boden bei hohem Wassergehalt beobachtete Nitratreduktion unmöglich. In der freien Natur würde der Gehalt des Bodens an organischer Substanz durch Reste oder Assimilationsprodukte höherer oder niederer Pflanzen immer wieder aufgefüllt werden, besonders natürlich in den obersten Bodenschichten. Damit wird in der freien Natur die Möglichkeit der Nitratreduktion bei hohem Wassergehalt oder sonst hervorgerufenem Luftmangel immer bestehen bleiben.

Aus den angeführten Versuchen mit humusarmen Tonboden ist also mit Sicherheit zu schließen, daß die denitrifizierenden Bakterien bei Luftmangel die kohlenstoffhaltige organische Substanz des Bodens als Energiequelle zur Nitratreduktion benutzen und sich so den fehlenden Sauerstoff aus dem Nitrat verschaffen.

#### Zusammenfassung.

1. In feuchtem Erdboden (von 40 Proz. H<sub>2</sub>O-Gehalt) tritt — auch ohne Zusatz einer C-haltigen Energiequelle — Denitrifikation ein.
2. Die Ursache hierfür liegt in der mangelnden Luftzufuhr. Jede Art von Luftabschluß veranlaßt die Bodenbakterien, Nitrat zu reduzieren.
3. Das Nitrat wird unter Bildung von elementarem N zersetzt.

<sup>1)</sup> Centralbl. f. Bakt. Ab. II. Bd. 14. S. 723.

4. Die für diesen Denitrifikationsvorgang notwendige Energiequelle ist die kohlenstoffhaltige organische Substanz des Bodens.

5. Bisher beurteilte man die Gefahr der Denitrifikation für die Pflanzenernährung von dem Gesichtspunkt aus, daß nur bei Gegenwart von viel Cellulose, Stroh und ähnlichen Stoffen die Wahrscheinlichkeit einer Entbindung von freiem Stickstoff aus Salpeter durch biologische Prozesse besteht. Nach den hier mitgeteilten Beobachtungen liegt diese Gefahr dagegen immer vor, wenn der Boden schlecht durchlüftet ist, auch wenn er nicht besonders reich an Cellulose, Stroh usw. ist.

(G. C.)

*Nachdruck verboten.*

## Beiträge zur Kenntnis der Crepis- und Centaurea-Puccinien vom Typus der Puccinia Hieracii.

Von Alfred Hasler, Muri (Aargau) Schweiz.

Mit 12 Fig. und 2 Kurvenzusammenstellungen im Text.

### Einleitung.

Die Frage der Spezialisierung der Uredineen ist bekanntlich schon wiederholt und für viele Formen dieser Pilzgruppe eingehend untersucht worden. Dabei wurden nicht nur die in mancher Hinsicht interessanteren heteroecischen, sondern auch die autoecischen Rostpilze berücksichtigt. So ist schon im Jahre 1899 eine umfassende Arbeit E. Jackys über „Die Compositen bewohnenden Puccinien vom Typus der Puccinia Hieracii“<sup>1)</sup> erschienen. Vorliegende Untersuchung, die auf Anregung des Herrn Professor Dr. Eduard Fischer in Bern entstand, bildet eine Fortsetzung und Ergänzung der Jackyschen Arbeit, indem hier zwei schon von Jacky erwähnte, aber nicht näher untersuchte, auf Compositen lebende Formengruppen im Detail studiert werden. Es sind dies die Crepis und Centaurea bewohnenden Puccinien des Hieracii-Typus. Ich begann die Arbeit im Frühjahr 1905 im botanischen Institut der Universität Bern und setzte sie in den folgenden Jahren in meinem Wohnort Muri (Aargau) fort. Der größere Teil der Untersuchung war im Frühjahr 1908 beendet. Die bis zu jener Zeit erhaltenen Resultate habe ich in gedrängter Form in Bd. 21 des Centralbl. f. Bakt., Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, 2. Abt. S. 510 und 511<sup>2)</sup> veröffentlicht, nachdem schon 1905<sup>3)</sup> in derselben Zeitschrift einige Infektionsergebnisse mitgeteilt worden waren. Der endgültige Abschluß der Arbeit erlitt aber, in Folge langwieriger Erkrankung des Ver-

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 9. 1899. S. 193, 263, 330 ff.

<sup>2)</sup> „Beiträge zur Kenntnis der Crepis- und Centaurea-Puccinien vom Typus der Puccinia Hieracii. (Vorl. Mitt.)“

<sup>3)</sup> „Kulturversuche mit Crepis- und Centaurea-Puccinien“. (Vorl. Mitt.) Bd. 15. S. 257 und 258.

fassers, eine beträchtliche Verzögerung. Immerhin war es mir bis in die letzten Jahre noch möglich, die früher gewonnenen Ergebnisse in verschiedener Hinsicht zu ergänzen, so daß das Thema nunmehr, wenn auch nicht erschöpfend, so doch in umfassenderer Art behandelt werden kann, als ursprünglich beabsichtigt war.

Dankbar gedenke ich an dieser Stelle derer, die diese Arbeit durch ihre Mithilfe gefördert haben. Vor allem auch herzlichen Dank meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Fischer, für die vielfache Anregung und die wirklich freundschaftliche Art seines Entgegenkommens. Durch Zusendung von Versuchspflanzen oder Infektionsmaterial und anderweitige Unterstützung haben mich ferner zu großem Dank verpflichtet die Herren Dr. D. Cruchet, Pfarrer in Montagny b. Yverdon, Dr. P. Cruchet in Payerne, Dr. W. Krieg in Unterseen, Schaufelberger, Gärtner auf „Fürstenalp“ b. Chur, Prof. Dr. E. Schweizer und Prof. G. Spillmann in Zürich, Prof. Tripet † in Neuenburg, P. Sydow in Berlin und Dr. Volkart in Zürich, sowie auch die Samenuntersuchungsanstalt in Zürich. Ganz besonderen Dank schulde ich Frau E. Keller-Keller in Muri, die mir bereitwillig einen Teil ihres Gartens zur Vornahme der Infektionsversuche zur Verfügung stellte. Endlich danke ich auch Herrn Obergärtner Schenk in Bern und seinen Gehilfen für die Aussaat und Pflege der Versuchspflanzen im Sommer 1905.

Die nachstehend beschriebenen Kulturversuche mit den beiden Pilzgruppen wurden nach dem im bernischen botanischen Institut üblichen Verfahren<sup>1)</sup> durchgeführt. Die Überwinterung des Infektionsmaterials erfolgte größtenteils in kleinen, mit Gaze bedeckten Kistchen. Zur Unterbringung der infizierten Pflanzen standen mir in Bern 6 Gewächshäuser zur Verfügung. In Muri mußte ich mich mit einfachern Mitteln behelfen. Ich ließ kleine Häuschen von ca. 1½ m Höhe, 1 m Breite und 1 m Tiefe anfertigen, deren Wände aus Holz und für Wasser undurchlässiger Leinwand (Pausleinwand) bestanden, und die mit Dachpappe bedeckt waren. An der Vorderseite dieser, als Ersatz für die fehlenden Gewächshäuser dienenden Kisten waren je 2 bis 4 Glasfenster angebracht.

Die infizierten Nährpflanzen ertrugen im allgemeinen den Aufenthalt in diesen Häuschen sehr gut; die große Zahl der in den Jahren 1906—1911 unternommenen erfolgreichen Kulturversuche beweisen das zur Genüge. In einigen Fällen wurden infizierte Pflanzen während der Inkubationszeit in einem mit Fenstern bedeckten Frühbeet untergebracht, ebenfalls mit gutem Erfolg.

## I. Crepis-Puccinien.

### Geschichtliches und Allgemeines.

Die wichtigsten Daten aus der Forschungsgeschichte dieser Pilzgruppe sind im Jahre 1901 von H. und P. Sydow<sup>2)</sup> mitgeteilt worden. Es geht aus dieser Zusammenstellung hervor, daß Winter<sup>3)</sup> als erster von einer *Crepis-Puccinia* sprach, indem er, veranlaßt durch das eigenartige

<sup>1)</sup> Vergl. Fischer, Ed., Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über Rostpilze. Bern 1898.

<sup>2)</sup> „Zur Pilzflora Tirols“. (Sep.-Abdr. a. Österr. Botan. Zeitschr. 1901. No. 1); vgl. auch Monographia Uredinearum usw. derselben Verf. Vol. I. Lipsiae 1904.

<sup>3)</sup> Rabenhorst's Kryptogamenflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. 2. Aufl. Leipzig 1884.

Auftreten des *Aecidium*, die forma *Crepididis-tectorum* von *Puccinia Hieracii* Mart., zu der die auf *Crepis*-Arten beobachteten Puccinien gestellt worden waren, abzweigte. 1887 erhob Schröter<sup>1)</sup> die Form auf *Crepis tectorum* und *virens* zur neuen Art *Puccinia Crepididis*. Als *Puccinia major* beschrieb Dietel<sup>2)</sup> 1894 die auf *Crepis paludosa* auftretende Art. Juel<sup>3)</sup> erwähnte 1896 eine auf *Crepis praemorsa* gefundene Form und nannte sie *Puccinia variabilis* forma *Intybi*. Endlich beobachtete Bubák<sup>4)</sup> eine Uredinee auf *Crepis biennis* und beschrieb sie 1898 unter dem Namen *Puccinia praecox*. Diesem Autor verdanken wir auch die erste Bearbeitung der *Crepis*-Puccinien, die unter dem oben genannten Titel erschienen ist. Es werden darin die schon genannten Formen erwähnt. Eine umfassendere Darstellung dieser Pilzgruppe enthält die oben zitierte Arbeit von H. und P. Sydow. Auf Grund morphologischer Untersuchung gelangten die Verff. zu folgender Einteilung (ich zitiere bloß soweit es sich um Arten handelt, die auch in der Schweiz beobachtet worden sind):

#### Puccinia.

##### I. Aecidien, Uredo- und Teleutosporen vorhanden.

- A. Aecidien gleichmäßig über die ganze Blattunterseite und meist über alle Blätter der Nährpflanze verbreitet Pucc. Crepididis Schroet.
- B. Aecidien in einzelnen mehr oder weniger rundlichen Gruppen stehend.
  - a) Teleutosporen deutlich warzig Pucc. alpestris Syd. auf Crep. alpestris
  - b) „ „ sehr feinwarzig oder punktiert
  - α) Teleutosporen größer, 30—48  $\mu$  lang.
    - 1. Auf *Crepis paludosa* u. *grandiflora* Pucc. major Diet.
    - 2. Auf *Crepis biennis* Pucc. praecox Bubák
  - β) Teleutosporen kleiner, 24—37  $\mu$  lang.
    - 1. Auf *Crepis praemorsa* Pucc. intybi (Juel) Syd.
    - 2. Auf *Crepis aurea* Pucc. Crepididis-aureae Syd.
    - 3. Auf *Crepis pygmaea* Pucc. Crepididis-pygmaeae Syd.

##### II. Nur Uredo- und Teleutosporen vorhanden. Aecidien fehlend.

- A. Teleutosporen sehr kurz gestielt.
  - Auf *Crepis biennis*, *blattarioides*, *foetida*, *setosa*, *taraxacifolia* Pucc. crepidicola Syd.

#### Aecidium.

- Auf *Crepis montana* Aecid. Crepididis-montanae Syd.

Als weitere hierher gehörende Uredineen nennt sodann Ed. Fischer in seinen „Uredineen der Schweiz“<sup>5)</sup> ein *Aecidium* auf *Crepis succisaefolia* Tausch. Er vereinigt es vorläufig mit *Puccinia alpestris* Sydow. Ferner wird in diesem Werk als neue Art beschrieben: *Puccinia*

<sup>1)</sup> Beiträge zur Kenntnis der nordischen Pilze (Jahresber. d. schles. Gesellsch. f. vaterl. Kultur. 1887).

<sup>2)</sup> Bemerkungen über einige Rostpilze. III—V. (Mitteil. d. thüring. botan. Ver. N. F. H. 6. S. 94).

<sup>3)</sup> Mykologische Beiträge. V. (Oefvers. af kongl. Vetensk. Akad. Förhandl. Stockholm, 1896. No. 3).

<sup>4)</sup> Über die Uredineen, welche in Europa auf *Crepis*-Arten vorkommen. (Verhandl. d. naturf. Ver. Brünn. Bd. 36. 1898.)

<sup>5)</sup> p. 211.

*Crepidis-montanae* Magnus. Zu ihr gehört wahrscheinlich das oben genannte *Aecidium Crepidis-montanae* Sydow.

Von Infektionsversuchen, die geeignet wären, die Frage nach der Spezialisierung der *Crepis*-Puccinien zu entscheiden, ist mir aus der Literatur eine einzige Mitteilung bekannt. E. Jacky<sup>1)</sup> brachte im Frühjahr 1903 Aecidiosporen von *Pucc. praecox* auf *Crepis biennis* und *C. virens*. Der Pilz entwickelte sich in diesem Versuch bloß auf *C. biennis* fort. Das biologische Verhalten der hier behandelten Pilzgruppe war also, wie sich aus dem Vorstehenden ergibt, bisher sehr wenig erforscht.

Diese Lücke für eine möglichst große Zahl von *Crepis*-Puccinien auszufüllen, war daher in erster Linie Aufgabe der vorliegenden Arbeit. Ferner habe ich versucht, die Kenntnis des Entwicklungsganges einiger ungenügend erforschten Arten, speziell der Sydowschen Sammelspezies *Puccinia Crepidicola*, in einigen Punkten zu ergänzen.

Dem speziellen Teile vorgängig möchte ich noch einige Bemerkungen über die verwendeten Nährpflanzen machen: Ein großer Teil derselben wurde von mir als solche oder als Samen gesammelt. Die übrigen wurden von verschiedenen botanischen Gärten, ausnahmsweise auch von Privaten, meist als Samen, bezogen. Bei einer Spezies: *Crepis paludosa* Mönch. (verschiedener Herkunft) gelang es mir, trotz aller Sorgfalt, nicht, die Samen zum Keimen zu bringen; nur vereinzelt keimten die Samen von *Crepis montana* Tausch. Als richtig bestimmt erwiesen sich folgende, meist selbst gesammelte Arten: 1. *Crepis biennis* L., 2. *C. taraxacifolia* Thuill., 3. *C. virens* Vill., 4. *C. paludosa* Mönch., 5. *C. alpestris* Tausch., 6. *C. succisaefolia* Tausch = *C. mollis* (Jacq.) Aschers., 7. *C. grandiflora* Tausch = *C. conyzifolia* (Gouan) Dalla Torre., 8. *C. praemorsa* Tausch., 9. *C. aurea* Cass., 10. *C. blattarioides* Vill., 11. *C. montana* Tausch., 12. *C. foetida* L., 13. *C. setosa* Hall., 14. *C. tectorum* L., 15. *C. nicaeensis* Balb., 16. *C. rubra* L. Die übrigen Versuchspflanzen, nämlich: 1. *C. alpina* L., 2. *C. neglecta* L., 3. *C. dioscoridis*, 4. *C. pulchra* L., 5. *C. sibirica* L., 6. *C. aspera* L., 7. *C. jubata* Koch, 8. *C. Jacquini* Tausch, 9. *C. bellidifolia*, 10. *C. tergloviensis*, 11. *C. multicaulis*, 12. *C. pygmaea* gelangten nicht zum blühen, und konnten daher nicht genau auf ihre Bestimmung kontrolliert werden. Immerhin stimmten auch bei diesen Spezies die aus Samen verschiedener Herkunft gezogenen Exemplare der einzelnen Art habituell überein.

## Spezieller Teil.

### I. Kulturversuche mit

#### A. *Puccinia praecox* Bubák.

Als Ausgangspunkt für die biologische Untersuchung dieser Art benutzte ich Aecidien auf *Crepis biennis*, die Herr W. Krieg am 7. Mai 1905 am linken Aareufer, etwas oberhalb der Kornhausbrücke in Bern, für mich gesammelt hatte. Das sehr reichliche Material brachte ich am 8. Mai auf folgende Pflanzen:

<sup>1)</sup> Beitrag zur Kenntnis der Rostpilze. II. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 18. 1907. S. 83.)



## Versuchsreihe I.

- I 1. *Crepis biennis* . . . . von Bern, eingetopft im Frühjahr 1905  
 2. „ *biennis* . . . . „ „ „ „ „ „  
 3. „ *biennis* . . . . „ „ „ „ „ „  
 4. „ *taraxacifolia* „ „ „ „ „ „

Die Versuchskontrolle ergab am 24. Mai auf 2 Blättern von *C. biennis* 1 einige zerstreute Uredolager. Am 30. Mai erwiesen sich die 3 *C. biennis* als außerordentlich reich mit noch geschlossenen Uredolagern bedeckt. *Crepis taraxacifolia* ist vollkommen gesund. Spätere, bis zum 17. Juni fortgesetzte Kontrollen bestätigten dieses Resultat.

## Versuchsreihe II.

Mit Uredosporen von *Puccinia praecox* auf *C. biennis*, gesammelt am 17. Mai 1905 oberhalb Twann am Bielersee, wurde am 18. Mai folgende Reihe eingeleitet:

- II 1. *Crepis biennis* . . . . von Bern, eingetopft im Frühjahr 1905  
 2. „ *biennis* . . . . „ „ „ „ „ „  
 3. „ *biennis* . . . . „ „ „ „ „ „  
 4. „ *biennis* . . . . „ „ „ „ „ „  
 5. „ *taraxacifolia* „ „ „ „ „ „  
 6. „ *taraxacifolia* „ „ „ „ „ „  
 7. „ *taraxacifolia* „ „ „ „ „ „  
 8. „ *taraxacifolia* „ „ „ „ „ „  
 9. „ *virens* . . . . von der Schweiz. Samenuntersuchungs-Anstalt in Zürich  
 10. „ *virens* . . . . von der Schweiz. Samenuntersuchungs-Anstalt in Zürich.

Erst am 6. Juni zeigten sich die 4 *Crepis biennis* infiziert, und zwar sehr reichlich; die übrigen Pflanzen waren pilzfrei. Eine spätere Kontrolle am 15. Juni ergab auch einige wenige, strichförmige Uredolager auf *C. taraxacifolia* 7.

Ein weiterer Versuch mit *C. biennis* und *taraxacifolia* als Nährpflanzen, am 22. Mai eingeleitet, verlief wie I.

## Versuchsreihe III.

Uredosporen von *Crepis biennis*, die ich am 27. Mai an der unter I. genannten Stelle sammelte, wurden gleichen Tags auf folgende Pflanzen zerstäubt:

- III 1. *Crepis biennis* . . . . von Bern, eingetopft im Frühjahr 1905  
 2. „ *taraxacifolia* „ „ „ „ „ „  
 3. „ *virens* . . . . von der S. S.-A. in Zürich „ „  
 4. „ *setosa* . . . . „ „ „ „ „ „

Das Resultat dieser Infektion trat erst am 17. Juni zutage: *C. biennis* ist vereinzelt infiziert, die übrigen Pflanzen sind gesund.

## Versuchsreihe IV.

Uredosporen derselben Herkunft, wie die zu I und III verwendeten, wurden am 15. Juni 05 in großer Zahl auf folgende Pflanzen gebracht:

- IV 1. *Crepis biennis*, Sämling 1905. Samen von der S. S.-A. in Zürich.  
 2. „ *taraxacifolia*, Sämling 1905. Samen von der S. S.-A. in Zürich.  
 3. „ *virens*, Sämling 1905. Samen von der S. S.-A. in Zürich.  
 4. „ *blattarioides*, Sämling 1905. Samen von der S. S.-A. in Zürich.  
 5. „ *paludosa*, von der Eichholzmatt b. Bern, eingetopft im Frühjahr 1905.  
 6. „ *praemorsa*, Sämling 1905. Samen von der S. S.-A. in Zürich.  
 7. „ *alpina*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in Upsala.  
 8. „ *alpestris*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in Innsbruck.

9. *Crepis sibirica*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in Paris.
10. „ *tectorum*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in Hamburg.
11. „ *jubata*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in Grenoble.
12. „ *rubra*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in Karlsruhe.
13. „ *multicaulis*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in München.
14. „ *nicaeensis*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in Tabor.
15. „ *Jacquini*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in Innsbruck.

Kontrolle: Am 27. Juni ist *C. biennis* stark infiziert. *C. alpestris*, *tectorum* und *rubra* sind abgestorben. 28. Juni: Resultat unverändert. 6. Juli: *C. jubata* abgestorben; neben *C. biennis* ist nun auch *C. taraxacifolia* auf einigen Blättern schwach befallen. Die übrigen Pflanzen waren und blieben gesund.

#### Versuchsreihe V

wurde eingeleitet den 5. Mai 06 mit *Aecidiosporen* von *P. praecox* auf *C. biennis*, die ich unterhalb Muri—Langenmatt am Lindenberg (Aargau) gesammelt hatte.

- V 1. *Crepis biennis* von Muri (Aargau), eingetopft den 30. April 1906.
2. „ *biennis* „ „ „ 30. „ 1906.
3. „ *biennis*, Sämling 1906. Samen von Muri.
4. „ *taraxacifolia*, Sämling 1906. Samen von Bern.
5. „ *setosa*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Montpellier.
6. „ *foetida*, Sämling 1906. Samen von Weil b. Basel, Großh. Baden.
7. „ *blattarioides* vom Chasseron, überwintert.
8. „ *neglecta*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Paris.
9. „ *virens*, Sämling 1906. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
10. „ *tectorum*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Paris.
11. „ *paludosa*, von Wabern b. Bern, eingetopft im Frühjahr 1906.
12. „ *alpina*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Paris.
13. „ *praemorsa*, von Hochwülflingen b. Winterthur, überwintert.
14. „ *pulchra*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Upeala.

Kontrolle: Da sich bis 21. Mai kein Infektionserfolg zeigte, so wurde die Kontrolle in der Folge etwas vernachlässigt. Ich konstatierte daher erst am 2. Juni folgendes Resultat: *Crepis biennis* 3, *alpina*, *neglecta* und *setosa* sind namentlich auch auf den Keimblättern, von zahlreichen Uredolagern bedeckt. Etwas schwächer ist die Infektion von *C. biennis* 1 und 2, schwach diejenige von *C. taraxacifolia* und *virens*. *C. tectorum* und *foetida* sind abgestorben, die übrigen Pflanzen pilzfrei.

#### Versuchsreihe VI.

Als Infektionsmaterial für diese, am 13. Mai 07 eingeleitete Reihe dienten Uredosporen von *C. biennis*, die ich in Menge an dem im vorhergehenden Versuch genannten Fundorte gesammelt hatte. Aus dem Umstand, daß dort noch am 10. Mai 07 auf *C. biennis* ausschließlich *Aecidien* beobachtet wurden, darf mit Sicherheit geschlossen werden, daß die Uredosporen sämtlich der ersten Generation angehörten.

- VI 1. *Crepis biennis*, von Muri (Aargau), überwintert.
2. „ *biennis*, „ „ „
3. „ *biennis*, Sämling 1907. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
4. „ *taraxacifolia*, von Bern, überwintert.
5. „ *foetida*, Sämling 1907. Samen von Schönenwerd b. Aarau.
6. „ *virens*, überwintert. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
7. „ *paludosa*, überwintert, von Muri (Aargau).

8. *Crepis setosa*, Sämpling 1907. Samen vom botan. Garten in Tabor.
9. „ *blattarioides*, überwintert. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
10. „ *tectorum*, Sämpling 1907. Samen vom botan. Garten in Hamburg.
11. „ *alpina*, Sämpling 1907. Samen vom botan. Garten in Upsala.
12. „ *niccaensis*, überwintert. Samen vom botan. Garten in Wien.
13. „ *rubra*, Sämpling 1907. Samen vom botan. Garten in Karlsruhe.
14. „ *alpestris*, überwintert, von Sils-Maria im Oberengadin.
15. „ *grandiflora*, überwintert, von St. Moritz im Oberengadin.
16. „ *succisaefolia*, überwintert, vom Chaumont (Jura).
17. „ *aurea*, überwintert. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
18. „ *praemorsa*, überwintert, von Hochwülflingen b. Winterthur.
19. „ *montana*, überwintert, von der „Fürstenalp“ b. Chur.
20. „ *dioscoridis*, Sämpling 1907. Samen vom botan. Garten in Upsala.
21. „ *pulchra*, Sämpling 1907. Samen vom botan. Garten in Berlin.
22. „ *sibirica*, Sämpling 1907. Samen vom botan. Garten in Hamburg.

**Kontrolle:** Eine Anzahl in die „feuchte Kammer“ gebrachter Uredosporen erwies sich schon am 14. Mai ausnahmslos gekeimt. Am 27. Mai zeigten sich auf mehreren Blättern von *C. biennis* 1 und 2 rundliche, weiß-gelb verfärbte Flecken. 31. Mai: *C. biennis* 1 ist reichlich infiziert, bedeutend schwächer *C. biennis* 2 und 3. Auf den Keimblättern der letzteren sind aber zahlreiche Lager namentlich oberseits. *C. foetida* zählt 3 Lager. *C. setosa* ist stark infiziert. *C. alpina* hat auf den beiden Keimblättern zusammen 3 Lager, *C. rubra* 1 Lager. *C. niccaensis* ist abgestorben, aber auf mehreren Blättern oberseits ziemlich reichlich mit Uredo bedeckt. 3. Juni: Auf *C. tectorum* und *virens* je 2 Uredolager, auf *C. foetida* 13 Infektionsstellen. Die Infektion von *C. alpina* hat sich um ein Lager vermehrt, ebenso haben die Uredolager auf *C. biennis* 2 und 3 etwas zugenommen. Die übrigen Pflanzen sind unverändert und blieben es auch bei späterer Durchsicht.

### Versuchsreihe VII.

Mit Uredosporen, die im Versuch VI auf *Crepis biennis* 1 entstanden waren, wurden am 7. Juni 07 folgende Pflanzen reichlich besät:

- VII
- |     |        |                 |   |
|-----|--------|-----------------|---|
| 1.  | Crepis | biennis,        | überwintert, von Muri (Aargau).                     |
| 2.  | "      | biennsis,       | Sämling 1907. Samen von Muri.                       |
| 3.  | "      | biennsis,       | " " "   |
| 4.  | "      | tetraxacifolia, | Sämling 1907. "Samen" von Bern.                     |
| 5.  | "      | setosa,         | Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Tabor.     |
| 6.  | "      | fœtida,         | Sämling 1907. Samen von Schönenwerd b. Aarau.       |
| 7.  | "      | rubra,          | Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Karlsruhe. |
| 8.  | "      | alpina,         | Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Upsala.    |
| 9.  | "      | tectorum,       | Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in München.   |
| 10. | "      | virens,         | Sämling 1907. Samen von Solothurn.                  |
| 11. | "      | neglecta,       | Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Marburg.   |
| 12. | "      | nicaeensis,     | Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Tabor.     |

Kontrolle: 8. Juni: Die Uredosporen auf dem Objektträger sind beinahe ausnahmslos gekeimt. 15. Juni: *C. rubra* ist abgestorben. 17. Juni: Auf einigen Blättern der 3 *C. biennis* zeigen sich verfärbte Stellen. 24. Juni: *C. biennis* 1 ist auf den meisten Blättern oberseits und unterseits reichlich befallen, ebenso *C. setosa*. Gut infiziert sind *C. biennis* 2 und 3. *C. virens* zeigt 3 verfärbte Blattstellen, *C. neglecta* und *foetida* je 1, die übrigen 4 Pflanzen sind gesund. 28. Juni: *C. biennis* 1 ist sehr stark infiziert, etwas weniger, aber immerhin reichlich, *C. biennis* 2 und 3 und *C. setosa*. *C. virens* hat auf einem Blatt einige Uredolager. *C. alpina* und *nicaeensis* sind abgestorben und nicht infiziert, die übrigen Pflanzen unverändert. 1. Juli: Die Uredolager auf *C. virens* haben sich vermehrt auf *C. foetida* findet sich jetzt ebenfalls ein Lager blattoberseits. Der Zustand der übrigen Pflanzen ist unverändert.

## Versuchsreihe VIII.

Uredosporen von *Crepis biennis* der Reihe VII wurden am 28. Juni 07 in großer Zahl auf folgende Pflanzen zerstäubt. (Die zur Aussaat verwendeten *Uredo* gehörten also ausschließlich zur dritten Generation):

- VIII 1. *Crepis biennis*, Sämling 1907. Samen von Muri (Aargau).  
 2. „ *biennis*, Sämling 1907. Samen von der S. S.-A. in Zürich.  
 3. „ *taraxacifolia*, Sämling 1907. Samen von Bern.  
 4. „ *setosa*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Tabor.  
 5. „ *foetida*, Sämling 1907. Samen von Schönenwerd.  
 6. „ *virens*, Sämling 1907. Samen von Solothurn.  
 7. „ *tectorum*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Hamburg.  
 8. „ *rubra*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Karlsruhe.  
 9. „ *alpina*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Upsala.  
 10. „ *neglecta*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Marburg.  
 11. „ *nicaeensis*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Tabor.

Kontrolle: 29. Juni: Die Uredosporen in der „feuchten Kammer“ sind, mit wenigen Ausnahmen, gekeimt. 9. Juli: *Crepis alpina* ist abgestorben. 15. Juli: Auf den meisten Blättern von *C. biennis* 1 vereinzelte, sich öffnende Uredohäufchen, auf einem Blatt eine größere Zahl solcher. *C. biennis* 2 ebenfalls schwach befallen. 23. Juli: *C. biennis* 1 auf 2 Blättern ziemlich stark, auf den übrigen schwach oder nicht befallen; *C. biennis* 2 ungefähr ebensc. Auf *C. setosa* 1 Lager, auf *C. virens* 9, *C. neglecta* 3 und *C. nicaeensis* 2 Lager. Die übrigen Pflanzen sind gesund.

Die Kulturversuche mit *Puccinia praecox* Bubák wurden noch bis in den Herbst des Jahres 1907 fortgeführt. Es wird im 2. Kapitel dieser Arbeit noch davon die Rede sein. Für die Entscheidung der Spezialisationsfrage dieser Art dürften die Ergebnisse der genannten Versuchsreihen genügen. Allerdings stimmen sie nicht alle miteinander überein, namentlich fällt die vollständige Immunität der im ersten Versuchsjahr verwendeten *Crepis setosa* und *virens* der *P. praecox* gegenüber auf. Eine genügende Erklärung hierfür haben wir nicht, da man an eine verschiedene Spezialisierung der *P. praecox* von Bern und derjenigen von Muri wohl nicht denken darf. Jedenfalls haben aber die erwähnten Kulturversuche doch bewiesen, daß der Pilz, außer *Crepis biennis*, unter günstigen Umständen auch *C. setosa*, *alpina*, *neglecta*, *nicaeensis*, *taraxacifolia*, *tectorum*, *virens*, *foetida* und *rubra* zu infizieren vermag<sup>1)</sup>.

Ich bemerke hier noch, daß die in obigen Versuchen nicht verwendeten Nährpflanzen sämtlich gesund geblieben sind. Fremdinfektion ist also in keinem Fall anzunehmen.

B. *Puccinia major* Dietel.

## Versuchsreihe I.

Auf einer Exkursion in die Gäbelbachschlucht bei Bern am 27. Mai 05 fand Herr Professor Fischer zahlreiche, mit Aecidien versehene *Crepis paludosa*. Mit diesem Material leitete ich am 29. Mai folgende Reihe ein:

<sup>1)</sup> Meine erste vorläufige Mitteilung im Centralb. f. Bakt. Abt. II. Bd. 15. p. 257, ist also in obigem Sinn zu ergänzen.

- I 1. *Crepis paludosa*, vom Eichholzmoos b. Wabern, Bern.  
 2. „ *paludosa*, „ „ „ „  
 3. „ *paludosa*, „ „ „ „  
 4. „ *paludosa*, „ „ „ „  
 5. „ *paludosa*, „ „ „ „  
 6. „ *setosa*, von der S. S.-A. in Zürich.  
 7. „ *setosa*, „ „ „ „  
 8. „ *virens* var. *runcinata*, von der S. S.-A. in Zürich.  
 9. „ *virens* var. *runcinata*, „ „ „ „  
 10. „ *blattarioides*, Sämling 1905. Samen von der S. S.-A. in Zürich.  
 11. „ *grandiflora*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in Innsbruck.  
 12. „ *biennis*, von Wabern b. Bern.  
 13. „ *biennis*, „ „ „ „  
 14. „ *taraxacifolia*, von Wabern b. Bern.  
 15. „ *taraxacifolia*, „ „ „ „

Die Aussaat der Aecidiosporen erfolgte bei allen Pflanzen, mit Ausnahme von 4 und 5, mittelst des Zerstäubers. Diesen beiden wurden infizierte Blattstückchen aufgelegt. Die Kontrolle ergab am 16. Juni reichliche Infektion von *Crepis paludosa* 1, 2 und 3. Bis zum 20. Juni hatten sich auch auf *C. paludosa* 4 und 5 vereinzelte Uredohäufchen gebildet. Die übrigen *C.*-Spezies waren und blieben pilzfrei.

#### Versuchsreihe II.

Uredosporen von *P. major*, gleicher Herkunft wie das Material des vorhergehenden Versuches, wurden am 21. Juni 05 auf folgende Arten gebracht:

- II 1. *Crepis paludosa*, vom Eichholzmoos b. Wabern.  
 2. „ *biennis*, von Bern.  
 3. „ *taraxacifolia*, von Bern.  
 4. „ *virens* var. *runcinata*, von der S. S.-A. in Zürich.  
 5. „ *setosa*, von der S. S.-A. in Zürich.  
 6. „ *blattarioides*, Sämling 1905. Samen von der S. S.-A. in Zürich.  
 7. „ *grandiflora*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in Innsbruck.  
 8. „ *grandiflora*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in Innsbruck.  
 9. „ *tectorum* Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in Hamburg.  
 10. „ *alpina*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in Upsala.  
 11. „ *sibirica*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in Hamburg.  
 12. „ *Jacquini*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in Innsbruck.

Kontrolle: 1. Juli: Alle Pflanzen gesund. 6. Juli: *C. paludosa* ziemlich stark infiziert. *C. grandiflora* 7, *C. alpina* und *sibirica* abgestorben. Die übrigen Pflanzen pilzfrei. Spätere Kontrollen bestätigten dieses Resultat.

#### Versuchsreihe III.

Im Freien überwinterte Teleutosporen von *P. major* aus der Umgegend von Muri brachte ich am 17. April 1907 mit dem Zerstäuber auf folgende Pflanzen:

- III 1. *Crepis paludosa*, überwintert, von Wabern b. Bern.  
 2. „ *paludosa*, „ „ „ „  
 3. „ *grandiflora*, „ „ St. Moritz „  
 4. „ *grandiflora*, „ „ „ „  
 5. „ *alpestris*, „ „ Sils-Maria im Engadin.

Die Sporen auf dem Objektträger keimten nicht. Am 27. April wurden auf mehreren Blättern der beiden *C. paludosa* blattunterseits halbkugelförmige Defor-

mationen, wie sie durch Aecidien hervorgebracht werden, konstatiert. Weitere Veränderungen zeigten sich aber in der Folge nicht. Die 3 übrigen Versuchspflanzen blieben unverändert.

#### Versuchsreihe IV.

Am 30. Juni 1907 sammelte ich in der Nähe des Egelsees auf dem Heitersberg im Aargau (auf ca. 700 m Höhe) infizierte Blätter von *C. paludosa*. Das Material, auf dem sich ungefähr gleich viel Uredo- wie Teleutosporen befanden, wurde am 1. Juli zu folgendem Versuch benutzt:

- IV 1. *Crepis paludosa*, überwintert, von Muri (Aargau).  
 2. „ *paludosa*, „ „ Wabern b. Bern.  
 3. „ *paludosa*, „ „ „  
 4. „ *grandiflora*, „ „ St. Moritz.  
 5. „ *grandiflora*, Sämling 1907. Samen von St. Moritz.  
 6. „ *biennis*, Sämling 1907. Samen von Muri (Aargau).  
 7. „ *taraxacifolia*, überwintert, Samen von Bern.  
 8. „ *virens*, Sämling 1907. Samen von Solothurn.  
 9. „ *setosa*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Tabor.  
 10. „ *foetida*, Sämling 1907. Samen von Schönenwerd.  
 11. „ *blattarioides*, überwintert. Samen vom botan. Garten in Genf.  
 12. „ *alpestris*, überwintert, von Sils-Maria (Engadin).  
 13. „ *tectorum*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Hamburg.  
 14. „ *neglecta*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Marburg.  
 15. „ *succisaefolia*, überwintert, Samen vom Chaumont (Jura).  
 16. „ *praemorsa*, überwintert, von Hochwülflingen b. Winterthur.  
 17. „ *aurea*, überwintert. Samen von der S. S.-A. in Zürich.  
 18. „ *nicaeensis*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Tabor.  
 19. „ *sibirica*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Hamburg.  
 20. „ *dioscoridis*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Upsala.  
 21. „ *pulchra*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Berlin.

Kontrolle: Bis 4. Juli waren auf dem Objektträger nur vereinzelte Sporen gekeimt. 24. Juli: *C. paludosa* 1 trägt auf den meisten Blättern vereinzelte Uredolager. Sämtliche übrigen Pflanzen sind pilzfrei und bleiben es auch.

Einen weiteren Kulturversuch mit ganz demselben Resultat und mit denselben Arten von Nährpflanzen plus *C. rubra* unternahm ich am 29. Juli 1907 mit Tags zuvor unterhalb des Klismenhorns (Pilatus) bei ca. 1500 m gesammelten, zahlreichen Aecidien. Bis 2. August war etwa die Hälfte der Aecidiosporen auf dem Objektträger gekeimt. Drei weitere Versuche mit Uredosporen, eingeleitet am 26. Juli und 15. August 1906 und 19. August 1907, blieben ohne Erfolg.

Wenn nun auch durch die vorstehenden Kulturversuche das biologische Verhalten von *P. major* Dietel nicht endgültig aufgeklärt werden konnte, so dürften sie doch bewiesen haben, daß der Pilz nicht, wie Bubák<sup>1)</sup> annahm, auch auf *Crepis grandiflora* übergeht. Auch bei diesen Versuchen waren sämtliche in Reserve gehaltene *Crepis paludosa* pilzfrei geblieben.

#### *C. Puccinia Crepidis-grandiflorae* nov. spec.

In seiner eben zitierten Arbeit gibt Fr. Bubák als Nährpflanzen der *Pucc. major* Dietel, *Crepis paludosa* und *C. grandiflora* = *C. conyzifolia* (Gouan) Dalla Torre an. Ob die Identität der auf den

<sup>1)</sup> l. c.

Am 30. September 1905 sammelte ich unweit des Bahnhofs von St. Moritz, am Abhang oberhalb des Bahnkörpers, mit Teleutosporen infizierte Blätter von *Crepis grandiflora*. Sie wurden in einem, mit Erde halb gefüllten und mit Gaze bedeckten Kistchen im Freien überwintert. Am 14. Mai 1906 zerstäubte ich die Sporen, nachdem sie zuvor einige Stunden im Wasser gelegen, auf folgende Pflanzen.

1	1.	<i>P. grandiflora</i> , überwintert, von St. Moritz.
2.	2.	„ <i>grandiflora</i> , „ „
3.	3.	„ <i>grandiflora</i> , Sämling 1906. "Samen" von St. Moritz.
4.	4.	„ <i>paludosa</i> , überwintert, von Wabern b. Bern.
5.	5.	„ <i>biennis</i> Sämling 1906, überwintert von Muri Aargau).
6.	6.	„ <i>taraxacifolia</i> , Sämling 1906. Samen von Bern.
7.	7.	„ <i>setosa</i> , Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Montpellier.
8.	8.	„ <i>blattarioides</i> , Sämling 1906. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
9.	9.	„ <i>foetida</i> , Sämling 1906. Samen von Weil, Großhrzt. Baden.
10.	10.	„ <i>virens</i> , Sämling 1906. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
11.	11.	„ <i>tectorum</i> , Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Paris.
12.	12.	„ <i>alpina</i> , Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Paris.
13.	13.	„ <i>rubra</i> , Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Karlsruhe.
14.	14.	„ <i>neglecta</i> , Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Paris.
15.	15.	„ <i>succisaefolia</i> , Sämling 1906. Samen vom Chaumont (Jura).
16.	16.	„ <i>nicaeensis</i> , Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Wien.
17.	17.	„ <i>praemorsa</i> , überwintert, von Hochwülflingen b. Winterthur.
18.	18.	„ <i>dioscoridis</i> , Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Upsala.
19.	19.	„ <i>aurea</i> , Sämling 1906. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
20.	20.	„ <i>Jacquini</i> , Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Innsbruck.
21.	21.	„ <i>tergloviensis</i> , Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Innsbruck.
22.	22.	„ <i>bellidifolia</i> , Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Paris.
23.	23.	„ <i>sibirica</i> , Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Paris.
24.	24.	„ <i>aspera</i> , Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Paris.
25.	25.	„ <i>pulchra</i> , Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Upsala.

Am 28. Mai treten auf je einem Blatt von *C. bellidifolia*, *dioscoridis*, *nicaeensis* und *tectorum* einige gelbe, rot umrandete rundliche Flecken auf. 31. Mai: Honiggelbe Pykniden in wenig zähligen Gruppen auf *C. bellidifolia*, *dioscoridis* und *tectorum*. 2. Juni: Gelblich verfärbte Stellen auf den 3 *C. grandiflora*. 8. Juni: je 2 Gruppen von Aecidien auf *C. bellidifolia*, *dioscoridis* und *tectorum*, blattunterseits. Die Aecidienbecher sind z. T. schon geöffnet. Zahlreiche Pykniden auf *C. grandiflora* 1 und 3, etwas weniger auf 2. In den folgenden Tagen starben die infizierten Blätter von *C. bellidifolia*, *dioscoridis* und *tectorum* rasch ab. Am 9. Juni erschienen die Aecidien auf den 3 *C. grandiflora* meist blattunterseits. Sämtliche übrige Pflanzen und die nicht infizierten Nährpflanzen waren gesund geblieben.

Wurde am 20. Juli 1907 mit Uredosporen auf *C. grandiflora* vom genannten Standort eingeleitet. Die Sporen waren dort am 18. Juli gesammelt worden.

- II 1. *Crepis grandiflora*, überwintert. Samen von St. Moritz.  
 2. „ *grandiflora*,  
 3. „ *paludosa*, überwintert, von Wabern b. Bern.  
 4. „ *dioscoridis*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in  
 Upsala.  
 5. „ *dioscoridis*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in  
 Upsala.  
 6. „ *tectorum*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in  
 Hamburg.  
 7. „ *nicaeensis*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in  
 Tabor.  
 8. „ *nicaeensis*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in  
 Tabor.  
 9. „ *virens*, Sämling 1907. Samen von Solothurn.  
 10. „ *aurea*, überwintert, Samen von der S. S.-A. in Zürich.  
 11. „ *montana*, überwintert, von der „Fürstenalp“ b. Chur.  
 12. „ *alpestris*, überwintert, Samen vom botan. Garten in Paris.  
 13. „ *pulchra*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in München.

Kontrolle: Auf dem Objektträger waren die Sporen am 22. Juli fast ausnahmslos gekeimt. Am 3. August erschien auf einem Blatt von *C. grandiflora* 1 eine größere Zahl gelblicher Flecken, wie sie dem Auftreten der Uredo voranzugehen pflegen. Der Pilz entwickelte sich aber nicht weiter. Am 6. August war das fragliche Blatt abgestorben. Ebenso waren die beiden *C. grandiflora* und *nicaeensis* und *C. pulchra* uninfiziert zugrunde gegangen. An demselben Tage beobachtete ich die verdächtigen Verfärbungen auch auf 2 Blättern von *C. grandiflora* 2, aber auch auf diesen kam es nicht zur Uredobildung. Die übrigen Pflanzen blieben vollkommen gesund.

Ein weiterer Versuch mit Aecidiosporen von *C. grandiflora* aus dem Oberengadin am 23. Juli 1906 eingeleitet, verlief leider erfolglos.

Wir schließen aus den beiden erwähnten Versuchen, daß die auf *C. grandiflora* lebende Auteupuccinie in ihrem biologischen Verhalten von *P. major* Dietel abweicht. Auch morphologisch stimmen die beiden Formen, wie später gezeigt wird, nicht überein.

#### D. *Puccinia* auf *Crepis alpestris*.

Unter dem Namen *Puccinia alpestris* Sydow beschrieben H. und P. Sydow in ihrer Arbeit über die *Crepis*-Puccinien<sup>1)</sup> eine Auteform auf *C. alpestris*, die sie auf der Seiseralp in Südtirol gesammelt hatten. Es fanden sich dort infizierte *Crepis alpestris* mit allen 3 Sporenformen. Am 13. August 1905 sammelte ich am Schloßhügel von Tarasp im Unterengadin eine Anzahl befallener *Crepis alpestris*-Blätter. Es waren ungefähr gleich viel Uredo- und Teleutosporen darauf. Aecidien konnten nicht nachgewiesen werden. Die genaue morphologische Untersuchung führte nun zu ganz andern Ergebnissen, als sie Sydow für seine *Puccinia alpestris* angab. Es zeigten sich so bedeutende Unterschiede in bezug auf die Größenverhältnisse und die Skulptur der Sporen, daß an Identität der Sydowschen *P. alpestris* und der Form von Tarasp nicht gedacht werden konnte. Nachträglich ist mir nun durch gütige Vermittlung des Herrn Professor Ed. Fischer von Herrn P. Sydow das infizierte Original Exemplar von *Crepis alpestris* zur Nachprüfung zugesandt worden. Ich kann nun allerdings, gestützt auf diese, die Sydowsche Beschreibung nicht ganz bestätigen, aber es scheinen mir doch morphologische Unterschiede zwischen den beiden Formen vorhanden zu

<sup>1)</sup> l. c.



sein. Die Frage nach der systematischen Stellung der beiden Formen soll im 3. Kapitel dieser Arbeit besprochen werden. Mit dem gesammelten Material wurde am 16 August folgende Reihe eingeleitet:

#### Versuchsreihe I.

- I 1. *Crepis alpestris*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in Paris.
2. „ *grandiflora*, von St. Moritz.
3. „ *alpina*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in Upsala
4. „ *succisaefolia*, vom Chaumont (Jura).

Am 1. September erschienen die Uredohäufchen auf den meisten Blättern von *C. alpestris* vereinzelt; ein Blatt war ziemlich stark befallen. Die übrigen Nährpflanzen waren und blieben pilzfrei.

#### Versuchsreihe II.

Am 24. April 1906 brachte ich überwinterte Teleutosporen von *C. alpestris*, die im Herbst des Vorjahres in Tarasp gesammelt worden waren, auf folgende Versuchspflanzen:

- II 1. *Crepis alpestris*, überwintert. Samen vom botan. Garten in Paris.
2. „ *biennis*, Sämling 1906. Samen von Muri (Aargau).
3. „ *taraxacifolia*, Sämling 1906. Samen von Bern.
4. „ *setosa*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Montpellier.
5. „ *foetida*, Sämling 1906. Samen von Weil b. Basel.
6. „ *blattarioides*, überwintert, vom Chasseron (Jura).
7. „ *alpina*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Paris.
8. „ *rubra*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Karlsruhe.
9. „ *virens*, überwintert, von Bern.
10. „ *tectorum*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Paris.
11. „ *succisaefolia*, überwintert. Samen vom Chaumont (Jura).
12. „ *praemorsa*, überwintert, von Hochwülflingen b. Winterthur.
13. „ *grandiflora*, überwintert, von St. Moritz.
14. „ *paludosa*, überwintert, von Wabern b. Bern.
15. „ *aspera*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Paris.
16. „ *bellidifolia*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Paris.
17. „ *pulchra*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Upsala.

Kontrolle: 14. Mai: Auf einem Blatt von *C. alpestris* unterseits 2 Gruppen Pykniden. 17. Mai: 2 Gruppen von Aecidien, Becher noch geschlossen. Am folgenden Tag beginnen sie sich zu öffnen. Es zeigt sich nun (18. Mai) auch ein 2. Blatt befallen. Bis zum 22. Mai bilden sich vereinzelte Pykniden und Aecidien auch blattoberseits. Später erscheinen auch Uredo. Die übrigen Pflanzen und die im Triebbeet gehaltenen Kontrollpflanzen blieben gesund.

#### Versuchsreihe III.

Mit dem Rest der überwinterten Teleutosporen dieser Art impfte ich am 9. Juni 1906 folgende Pflanzen:

- III 1. *Crepis alpestris*, überwintert, von Tarasp (Engadin).
2. „ *virens*, Sämling 1906. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
3. „ *succisaefolia*, Sämling 1906. Samen vom Chaumont (Jura).
4. „ *blattarioides*, Sämling 1906. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
5. „ *aurea*, Sämling 1906. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
6. „ *montana*, Sämling 1906. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
7. „ *sibirica*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Paris.
8. „ *neglecta*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Paris.
9. „ *pygmaea*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Grenoble.

10. *Crepis dioscoridis*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Upsala.
11. „ *Jacquini*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Innsbruck.
12. „ *tergloviensis*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Innsbruck.

23. Juni: Gelb verfärbte Stellen auf 2 Blättern von *C. alpestris*. 26. Juni: *C. alpestris* trägt mehrere Gruppen von Pykniden und geschlossenen Aecidien. Durch Schneckenfraß beschädigt und am Absterben sind: *C. virens*, *montana* und *dioscoridis*. Dasselbe Schicksal erlitten in den folgenden Tagen auch *C. alpestris* und *aurea*. Die übrigen Nährpflanzen blieben während der ganzen Versuchsdauer und auch nachher von Infektion frei.

#### E. *Puccinia Crepidis-blattarioidis* nov. spec.

Ein Aecidium auf *Crepis blattarioides* ist von Herrn Dr. Volkart<sup>1)</sup> auf der „Fürstenalp“ b. Chur beobachtet worden. Es gehört in den Entwicklungskreis einer Art, deren Spezialisierung sich aus folgenden Versuchen ergibt:

#### Versuchsreihe I.

Am 2. Juli 1905 sammelte ich am Chasseron, oberhalb St. Croix, infizierte *Crepis blattarioides*. Einige waren mit Aecidien, die Mehrzahl aber mit Uredosporen befallen. Letztere wurden am 4. Juli auf folgende Arten verstäubt:

- I 1. *Crepis blattarioides*, vom Chasseron.
2. „ *blattarioides*, Sämling 1905. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
3. „ *biennis*, Sämling 1905. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
4. „ *taraxacifolia*, von Wabern b. Bern.
5. „ *setosa*, von der S. S.-A. in Zürich.
6. „ *virens*, von Bern.
7. „ *tectorum*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in Hamburg.
8. „ *paludosa*, von Wabern b. Bern.
9. „ *succisaefolia*, vom Chasseral (Jura).
10. „ *praemorsa*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in Hamburg.
11. „ *aurea*, Sämling 1905. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
12. „ *grandiflora*, Sämling 1905. Sämling vom botan. Garten in Innsbruck.
13. „ *alpina*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in Upsala.
14. „ *sibirica*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in Hamburg.
15. „ *Jacquini*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in Innsbruck.
16. „ *multicaulis*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in München.

Kontrolle: 19. Juli: Die beiden *C. blattarioides* sind hauptsächlich blattunterseits reichlich infiziert. *C. tectorum* und *multicaulis* sind abgestorben. 23. Juli: Auch *C. setosa* ist abgestorben. Die übrigen Pflanzen blieben während der ganzen Versuchsdauer gesund.

#### Versuchsreihe II.

Wurde am 4. August 1906 mit Uredosporen von der Rawilalp eingeleitet und umfaßte folgende Nährpflanzen:

<sup>1)</sup> Laut mündlicher Mitteilung.

II 1. *Crepis blattarioides*, überwintert, vom Chasseron.

2. „ *blattarioides*, Sämling 1906. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
3. „ *biennis*, Sämling 1906. Samen von Muri (Aargau).
4. „ *taraxacifolia*, Sämling 1906. Samen von Bern.
5. „ *setosa*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Montpellier.
6. „ *grandiflora*, Sämling 1906. Samen von St. Moritz.
7. „ *pulchra*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Lyon.

21. August: Auf *C. blattarioides* 1 einige wenige Lager, auf *C. blattarioides* 2 ebenso. Die übrigen Pflanzen pilzfrei.

## Versuchsreihe III.

Überwinterte Teleutosporen auf *Crepis blattarioides* vom Rawilpaß brachte ich am 4. Mai 1907 mit dem Zerstäuber und durch Auflegen infizierter Blatteilchen auf folgende Pflanzen:

III 1. *Crepis blattarioides*, überwintert. Samen von der S. S.-A. in Zürich.

2. „ *blattarioides*, überwintert. Samen vom botan. Garten in Genf.
3. „ *blattarioides*, überwintert. Samen vom botan. Garten in Genf.
4. „ *biennis*, Sämling 1907. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
5. „ *taraxacifolia*, Sämling 1907. Samen von Bern.
6. „ *foetida*, Sämling 1907. Samen von Schönenwerd b. Aarau.
7. „ *setosa*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Tabor.
8. „ *rubra*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Karlsruhe.
9. „ *alpina*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Hamburg.
10. „ *neglecta*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Hamburg.
11. „ *virens*, Sämling 1907. Samen von Solothurn.
12. „ *tectorum*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in München.
13. „ *succisaefolia*, überwintert, vom Chasseron (Jura).
14. „ *aurea*, überwintert. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
15. „ *montana*, überwintert, von der „Fürstenalp“ b. Chur.
16. „ *alpestris*, überwintert. Samen vom botan. Garten in Paris.
17. „ *grandiflora*, Sämling 1907. Samen von St. Moritz.
18. „ *paludosa*, überwintert, von Wabern b. Bern.
19. „ *nicaeensis*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Tabor.
20. „ *sibirica*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Hamburg.
21. „ *dioscoridis*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Upsala.
22. „ *pulchra*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Berlin.

Kontrolle: 6. Mai: Etwa ein Drittel der Teleutosporen auf dem Objektträger ist gekeimt. 15. Mai: Gelb verfärbte, vorragende Blattstellen auf allen 3 *C. blattarioides*, *C. tectorum* und *C. alpestris*; ein verdächtiger Fleck auch auf *C. virens*. 17. Mai: *C. blattarioides* 1 trägt reichlich Pykniden, meist blattoberseits auf gelb verfärbten, halbkugelig nach unten vorgewölbten Blattstellen. Die beiden anderen *C. blattarioides* nur je auf einem Blatt infiziert. Auf 2 Blättern von *C. tectorum* Pykniden. Auf einem Blatt unterseits geschlossene Aecidien. Die beiden Blätter sind schmaler als die anderen und verkrümmt. *C. alpestris* trägt auf einem Blatt unter- und oberseits einige Pykniden. Die Infektion von *C. virens* ist noch fraglich. *C. pulchra* ist abgestorben. Die übrigen Pflanzen sind pilzfrei. 20. Mai: Pykniden auch auf dem Stengel von *C. blattarioides* 1, ebenso hat die Infektion auf *C. blattarioides* 3 zugenommen. *C. virens* ist auf einem Blatt oberseits und am Blattstiel mit vereinzelt Pykniden versehen. 25. Mai: Offene Aecidien auf *C. blattarioides* 1 und 3, *C. tectorum* und *alpestris*. Am 29. Mai erscheinen solche auch auf *C. blattarioides* 2, dagegen geht die Entwicklung des Pilzes auf *C. virens* nicht über die Pyknidenbildung hinaus. Die übrigen Nährpflanzen, sowie die Kontrollpflanzen, blieben während der ganzen Versuchsdauer gesund.



## Versuchsreihe II.

II	1.	<i>Crepis succisaefolia</i> , überwintert, vom Chaumont.
	2.	„ <i>succisaefolia</i> , Sämling 1906. Samen vom Chaumont.
	3.	„ <i>biennis</i> , Sämling 1906. Samen von Muri (Aargau).
	4.	„ <i>taraxacifolia</i> , Sämling 1906. Samen von Bern.
	5.	„ <i>blattarioides</i> , Sämling 1906. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
	5.	„ <i>foetida</i> , Sämling 1906. Samen von Weil b. Basel.
	7.	„ <i>setosa</i> , Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Montpellier.
	8.	„ <i>rubra</i> , Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Karlsruhe.
	9.	„ <i>alpina</i> , Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Paris.
	10.	„ <i>neglecta</i> , Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Paris.
	11.	„ <i>virens</i> , Sämling 1906. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
	12.	„ <i>tectorum</i> , Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Paris.
	13.	„ <i>paludosa</i> , von Wabern b. Bern.
	14.	„ <i>grandiflora</i> , Sämling 1906. Samen von St. Moritz.
	15.	„ <i>montana</i> , Sämling 1906. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
	16.	„ <i>aurea</i> , Sämling 1906. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
	17.	„ <i>praemorsa</i> , überwintert, von Hochwülflingen b. Winterthur.
	18.	„ <i>sibirica</i> , Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Paris.
	19.	„ <i>dioscoridis</i> , Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Upsala.
	20.	„ <i>bellidifolia</i> , Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Paris.
	21.	„ <i>pulchra</i> , Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Upsala.
	22.	„ <i>aspera</i> , Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Paris.
	23.	„ <i>Jacquini</i> , Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Innsbruck.

Erfolgos blieb ein Infektionsversuch mit Aecidiosporen vom Cochet (Chasseron), die ich der Güte des Herrn Pfarrer Dr. Cruchet verdanke. Ebenso mißlang die am 3. Mai 1907 versuchte Übertragung des Pilzes mittelst überwinterter Teleutosporen, trotzdem eine Probe derselben auf dem Objektträger wenigstens zur Hälfte keimte.

Am 9. Juni 1907 fand ich am Südbhang des Weißenstein auf zirka 1100 m Höhe zahlreiche Aecidien auf *Crepis succisaefolia*-Blättern. Mit diesem Material wurde am folgenden Tage ein weiterer Versuch eingeleitet.

9. *Crepis blattarioides*, überwintert. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
10. „ *rubra*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Karlsruhe.
11. „ *alpina*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Upsala.
12. „ *neglecta*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Marburg.
13. „ *virens*, Sämling 1907. Samen von Solothurn.
14. „ *tectorum*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Hamburg.
15. „ *paludosa*, überwintert. von Wabern b. Bern.
16. „ *grandiflora*, Sämling 1907. Samen von St. Moritz.
17. „ *aurea*, Sämling 1907. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
18. „ *praemorsa*, überwintert, von Hochwülflingen b. Winterthur.
19. „ *montana*, Sämling 1907. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
20. „ *sibirica*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Paris.
21. „ *dioscoridis*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Upsala.
22. „ *pulchra*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Berlin.
23. „ *niccaeensis*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Tabor.

13. Juni: Die Aecidiosporen in der „feuchten Kammer“ sind zu  $\frac{3}{4}$  gekeimt. 21. Juni: Rundliche, weiß-gelb verfärbte Stellen auf mehreren Blättern von *C. succisaefolia* 1, auch schon einige Uredolager. 22. Juni: Die Uredolager auf 1 haben sich vermehrt. Auf *C. succisaefolia* 2 treten sie vereinzelt auf. *C. succisaefolia* 3 zeigt erst Fleckenbildung. *C. alpina* und *tectorum* sind abgestorben. 25. Juni: *C. succisaefolia* 1 auf den meisten Blättern reichlich infiziert, *C. succisaefolia* 2 und 3 schwach und nicht auf allen Blättern. Die übrigen Pflanzen sind pilzfrei und blieben auch später unverändert, ebenso auch sämtliche Kontrollpflanzen.

#### Versuchsreihe IV.

Die in der vorhergehenden Reihe erzeugten Uredosporen benutzte ich am 3. Juli 1907 zu folgender Infektion:

- IV 1. *Crepis succisaefolia*, überwintert. Samen vom Chasseron.
2. „ *succisaefolia*, Sämling 1907. „ „ „
3. „ *succisaefolia*, „ „ „
4. „ *alpestris*, überwintert, von „Sils-Maria“ (Engadin).
5. „ *alpina*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Upsala.
6. „ *tectorum*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in München.

4. Juli: Die Uredosporen auf dem Objektträger sind gekeimt. 22. Juli: Die 3 *C. succisaefolia* sehr schwach infiziert, *C. succisaefolia* 1 sogar nur ein Lager. *C. alpina* abgestorben. *C. alpestris* und *tectorum* vollständig pilzfrei. Spätere Kontrollen ergaben dasselbe Resultat.

Die Kulturversuche mit der *Puccinia* auf *Crepis alpestris* von Tarasp und *Pucc. Crucheti* nov. spec. beweisen also, daß jede Form streng auf ihre Nährpflanze spezialisiert ist.

#### G. *Puccinia Intybi* (Juel) Sydow.

Mit überwinterten Teleutosporen auf *Crepis praemorsa*, die im Oktober 1905 am „Bäumli“ in Hochwülflingen b. Winterthur gesammelt worden waren, leitete ich am 26. April 1906 folgende Reihe ein:

#### Versuchsreihe I.

- I 1. *Crepis praemorsa*<sup>1)</sup>, überwintert, von Hochwülflingen b. Winterthur.
2. „ *praemorsa*, überwintert, von Hochwülflingen b. Winterthur.

<sup>1)</sup> Die Nährpflanzen *C. praemorsa*, die im 2. und 3. Versuchsjahr nicht aus Samen gezogen werden konnten, stammen aus einer von der Infektionsstelle entfernt liegenden Gegend des Berges.

3. „ *biennis*, Sämling 1906. Samen von Muri (Aargau).
4. „ *taraxacifolia*, Sämling 1906. Samen von Bern.
5. „ *foetida*, Sämling 1906. Samen von Weil b. Basel.
6. „ *setosa*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Montpellier.
7. „ *blattarioides*, überwintert, vom Chasseron (Jura).
8. „ *rubra*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Karlsruhe.
9. „ *virens*, Sämling 1906. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
10. „ *tectorum*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Paris.
11. „ *paludosa*, überwintert, von Wabern b. Bern.
12. „ *dioscoridis*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Upsala.
13. „ *aspera*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Paris.

14. Mai: Auf je einem Blatt von *C. praemorsa* 1 und 2 eine gelb verfärbte Stelle. Erst am 25. Mai erscheint auf beiden Pflanzen blattunterseits je ein Aecidium (Pykniden konnten nicht nachgewiesen werden). 28. Mai: Die Aecidien haben sich geöffnet. Die übrigen Pflanzen sind pilzfrei, ebenso auch die Kontrollpflanzen.

Ein weiterer, am 31. Mai begonnener Kulturversuch mit Teleutosporen verlief erfolglos.

#### Versuchsreihe II.

Im Oktober 1906 sammelte ich an der Paßwangstraße (Jura) ob Mümliswil einige infizierte Blätter von *Crepis praemorsa*. Die im Freien überwinterten Teleutosporen wurden dann am 6. Mai 1907 auf folgende Pflanzen gebracht:

- II 1. *Crepis praemorsa*, überwintert, von Hochwülflingen b. Winterthur.
2. „ *praemorsa*, überwintert, vom Passwang.

7. Mai: Die meisten Teleutosporen auf dem Objektträger sind gekeimt. 22. Mai: Auf *C. praemorsa* 1 und 2 je ein gelblicher Fleck. 28. Mai: Auf *C. praemorsa* 1 unterseits mehrere noch geschlossene Aecidien. Auf 2 oberseits 2 Pykniden, unterseits an einer Stelle 1, an einer anderen 2 geschlossene Aecidienbecher.

#### Versuchsreihe III.

Die allmählich auf den beiden eben erwähnten Nährpflanzen entstehenden Uredosporen dienten am 10. Juli 1907 zur Infektion von:

- III 1. *Crepis praemorsa*, überwintert, vom Passwang (Jura).
2. „ *foetida*, Sämling 1907. Samen von Schönenwerd b. Aarau.
3. „ *neglecta*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Marburg.
4. „ *alpestris*, überwintert, Samen vom botan. Garten in Paris.
5. „ *grandiflora*, überwintert. Samen von St. Moritz.
6. „ *succisaefolia*, überwintert. Samen vom Chaumont.
7. „ *aurea*, überwintert. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
8. „ *nicaeensis*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Tabor.
9. „ *sibirica*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Hamburg.

13. Juli: Von den Uredosporen in der „feuchten Kammer“ sind ca.  $\frac{1}{3}$  gekeimt. 29. Juli: Auf mehreren Blättern von *C. praemorsa* eine Anzahl weißgelber Flecken, auch schon einige sich öffnende Uredolager. 31. Juli: *C. praemorsa* auf allen Blättern ober- und unterseits ziemlich stark befallen. Die übrigen Pflanzen sind pilzfrei, die Blätter von *C. nicaeensis* dürr.

Auffallend ist bei *P. Intybi* die lange Inkubationszeit.

#### H. *Puccinia Crepidis-aureae* Sydow.

##### Versuchsreihe I.

Wurde am 3. August 1906 eingeleitet mit Uredosporen auf *C. aurea*, die ich am 1. August zwischen Ayent und der Rawilalp (Wallis) gesammelt hatte.

- I 1. *Crepis aurea*, Sämling 1906. Samen von der S. S.-A. in Zürich.  
 2. „ *aurea*, vom Pilatus.  
 3. „ *biennis*, Sämling 1906. Samen von Muri (Aargau).  
 4. „ *taraxacifolia*, Sämling 1906. Samen von Bern.  
 5. „ *setosa*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Montpellier.  
 6. „ *blattarioides*, Sämling 1906. Samen von der S. S.-A. in Zürich.  
 7. „ *virens*, Sämling 1906. Samen von der S. S.-A. in Zürich.  
 8. „ *succisaefolia*, Sämling 1906. Samen vom Chaumont (Jura).  
 9. „ *grandiflora*, Sämling 1906. Samen von St. Moritz.  
 10. „ *montana*, von der Fürstenalp b. Chur.  
 11. „ *paludosa*, von Muri (Aargau).  
 12. „ *praemorsa*, überwintert, von Hochwülflingen b. Winterthur.  
 13. „ *sibirica*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Hamburg.  
 14. „ *bellidifolia*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Paris.  
 15. „ *Jacquini*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Innsbruck.

20. August: *C. taraxacifolia* abgestorben. *C. aurea* 2 ist mäßig, *C. aurea* 1 schwach infiziert. Die übrigen Versuche und die Kontrollpflanzen blieben gesund.

Ein schon vorher, am 9. Juli 1906, unternommener Versuch mit Uredosporen vom Rigi und den gleichen Nährpflanzen plus *C. taraxacifolia* verlief ganz analog. Trotz des sehr reichlichen Infektionsmaterials war die überwinterte *C. aurea* nur mäßig, der Sämling sehr schwach befallen.

#### Versuchsreihe II.

Am 25. April 1907 wurden auf folgende Versuchspflanzen überwinterte Teleutosporen von *Crepis aurea* vom Rigi verstäubt. Auch infizierte Blatteilchen wurden aufgelegt:

- II 1. *Crepis aurea*, Sämling 1907. Samen von der S. S.-A. in Zürich.  
 2. „ *aurea*, überwintert. Samen von der S. S.-A. in Zürich.  
 3. „ *biennis*, Sämling 1907. Samen von Muri (Aargau).  
 4. „ *taraxacifolia*, überwintert. Samen von Bern.  
 5. „ *foetida*, Sämling 1907. Samen von Schönenwerd b. Aarau.  
 6. „ *setosa*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Tabor.  
 7. „ *blattarioides*, überwintert. Samen vom botan. Garten in Genf.  
 8. „ *rubra*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Karlsruhe.  
 9. „ *alpina*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Karlsruhe.  
 10. „ *neglecta*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Marburg.  
 11. „ *virens*, Sämling 1907. Samen von Solothurn.  
 12. „ *tectorum*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in München.  
 13. „ *succisaefolia*, überwintert. Samen von Chaumont (Jura).  
 14. „ *alpestris*, überwintert, von Sils-Maria (Engadin).  
 15. „ *grandiflora*, überwintert. Samen von St. Moritz (Engadin).  
 16. „ *montana*, Sämling 1907. Samen von der S. S.-A. in Zürich.  
 17. „ *paludosa*, überwintert, von Wabern b. Bern.  
 18. „ *praemorsa*, überwintert, von Hochwülflingen b. Winterthur.  
 19. „ *niccaensis*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Tabor.  
 20. „ *sibirica*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Hamburg.  
 21. „ *dioscoridis*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Upsala.  
 22. „ *pulchra*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Berlin.

23. April: Einige wenige Teleutosporen in der „feuchten Kammer“ sind gekeimt.  
 22. Mai: Auf 2 Blattstielen von *C. aurea* 2 ist oberseits je 1 kleine Gruppe von Pykniden. *C. aurea* 1 ist am Absterben. *C. taraxacifolia* abgestorben. 28. Mai: Offene Aecidien auf *C. aurea* 2. Die übrigen Nährpflanzen sind gesund, ebenso die Kontrollpflanzen.



**J. Puccinia Crepidicola Sydow auf Crepis foetida.**

Am 8. August 1906 fand ich auf dem Platz neben dem Bahnhof Schönenwerd bei Aarau einige infizierte *Crepis foetida*. Neben zahlreichen Uredosporen trugen sie auf einigen Blättern auch noch alte Aecidien. Die Untersuchung ergab, daß ihre Peridienzellen auf der Innenwand verdickt waren, eine Eigenschaft, die nach Ed. Fischer<sup>1)</sup> nur den Formen vom Typus der *Puccinia Hieracii* zukommt. Die Uredinee auf *Crepis foetida* gehört also zu den hier besprochenen *Crepis-Puccinien*.

**Versuchsreihe I.**

Am 11. August wurden die genannten Uredosporen auf folgende Arten verstäubt:

- I 1. *Crepis foetida*, Sämling 1906. Samen von Weil b. Basel.
2. „ *biennis*, Sämling 1906. Samen von Muri (Aargau).
3. „ *taraxacifolia*, Sämling 1906. Samen von Bern.
4. „ *setosa*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Montpellier.
5. „ *blattarioides*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Genf.
6. „ *succisaefolia*, Sämling 1906. Samen vom Chaumont (Jura).
7. „ *virens*, Sämling 1906. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
8. „ *aurea*, Sämling 1906. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
9. „ *paludosa*, von Muri (Aargau).

Am 25. August zeigt sich auf den beiden Blättern von *C. foetida* je 1 noch geschlossenes Uredolager. Die Pflanze ist klein und schwächlich. Die übrigen Pflanzen blieben pilzfrei.

**Versuchsreihe II.**

Am 1. September 1907 sammelte ich auf dem Weg von Brugg nach dem Amphitheater von Vindonissa eine Anzahl mit *Uredo* befallene Exemplare von *Crepis foetida*. Die Blätter und Stengel waren zum Teil schon dürr. Die Sporen wurden am 9. September auf folgende Pflanzen gebracht:

- II 1. *Crepis foetida*, Sämling 1907. Samen von Schönenwerd b. Aarau.
2. „ *foetida*, „ „ „ „ „ „
3. „ *biennis*, Sämling 1907. Samen von Muri (Aargau). „
4. „ *taraxacifolia*, Sämling 1907. Samen von Bern.
5. „ *blattarioides*, Sämling 1907. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
6. „ *virens*, Sämling 1907. Samen von Solothurn.
7. „ *virens*, „ „ „ „ „ „
8. „ *tectorum*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Hamburg.
9. „ *succisaefolia*, überwintert, vom Chaumont (Jura).
10. „ *alpestris*, überwintert, von Sils-Maria (Engadin).
11. „ *grandiflora*, überwintert, von St. Moritz.
12. „ *paludosa*, überwintert, von Wabern b. Bern.
13. „ *aurea*, überwintert, von der S. S.-A. in Zürich.
14. „ *sibirica*, Sämling 1907. Samen von botan. Garten in Hamburg.
15. „ *pulchra*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Berlin.

Bis 12. September sind etwa  $\frac{1}{4}$  der Uredosporen auf dem Objektträger gekeimt. 26. September: *C. foetida* 1 ist ziemlich stark infiziert. *C. foetida* 2 und *tectorum* sind abgestorben, die übrigen Pflanzen und die Kontrollpflanzen gesund.

Ein Versuch vom 27. Mai 1907 mit überwinterten *Uredo* auf *C. foetida* (es hatten sich nur ganz wenig Teleutosporen gebildet) von Schönenwerd blieb erfolglos. Die Sporen keimten weder auf dem Objektträger noch auf den Nährpflanzen.

<sup>1)</sup> Uredineen der Schweiz, S. 194.

## Versuchsreihe III.

Am 9. Mai 1909 fand ich an der oben bezeichneten Stelle in Brugg eine ausschließlich mit Aecidien befallene *Crepis foetida*. Mit den Sporen dieser Pflanze machte ich am 10. Mai folgenden Kulturversuch:

III 1	<i>Crepis foetida</i> , Sämling 1909	Samen von Brugg
2	„ <i>foetida</i> , „ „ „ „ „	„
3	„ <i>foetida</i> , „ „ „ „ „	„
4	„ <i>succisaefolia</i> , überwintert, Samen vom Chasseron	„
5	„ <i>paludosa</i> , überwintert, von Muri	„
6	„ <i>taraxacifolia</i> , Sämling 1909, von Muri.	„
7.	„ <i>taraxacifolia</i> , Sämling 1909. Samen von Muri.	„
8.	„ <i>sibirica</i> , überwintert. Samen von Hamburg.	„
9.	„ <i>nicaeensis</i> , Sämling 1909. Samen von Tabor.	„
10.	„ <i>alpestris</i> , Sämling 1909. Samen von St. Antonien (Graubünden).	„
11.	„ <i>rubra</i> , Sämling 1909. Samen von München.	„
12.	„ <i>pulchra</i> , Sämling 1909. Samen von Berlin.	„
13.	„ <i>dioscoridis</i> , Sämling 1909. Samen von Upsala.	„
14.	„ <i>tectorum</i> , Sämling 1909. Samen von Paris.	„
15.	„ <i>virens</i> , überwintert, von Muri.	„
16.	„ <i>biennis</i> , überwintert, von Muri.	„
17.	„ <i>aurea</i> , überwintert, vom Rigi.	„

Kontrolle: Am 11. Mai sind beinahe alle Aecidiosporen in der „feuchten Kammer“ gekeimt. 22. Mai: Auf mehreren Blättern von 1 und 2 weißlich verfärbte Stellen. 24. Mai: Die meisten Blätter von *C. foetida* 2 am Absterben, 2 derselben tragen eine Anzahl offener Uredolager. *C. pulchra* ist, nicht infiziert, abgestorben. 25. Mai: Viele Blätter von *C. foetida* 1 befallen, 1 sehr stark. *C. foetida* 3 trägt auf wenig Blättern vereinzelte Lager. (Diese Pflanze war durch Auflegen infizierter Blatteilchen, nicht durch Zerstäuben von Sporen infiziert worden.) Am folgenden Tag zeigten sich auch auf *C. dioscoridis* einige verdächtige Verfärbungen. 28. Mai: *C. foetida* 1 auf 10 Blättern mäßig bis stark befallen, viele Lager noch geschlossen. Von *C. foetida* 2 sind nur noch 2 Blätter nicht abgestorben. Von diesen trägt das eine oberseits 10 Lager. Die Infektion von 3 hat nur wenig zugenommen. Übrige Pflanzen unverändert. In der Folge achtete ich wenig mehr auf die Exemplare dieser Reihe. Erst am 15. Juni wurden sie alle nochmals eingehend untersucht. Es ergab sich neben der Vermehrung der Uredolager an einem Stiel eines infizierten Blattes von *C. foetida* 1 das Vorhandensein eines offenen und eines geschlossenen, an einem anderen Blattstiel eines geschlossenen Aecidiums. Wie diese Aecidien vermutlich entstanden waren, zeigten weitere Beobachtungen und Versuche: Am 10. August 1909 brachte ich eine Anzahl Uredo- und Teleutosporen, die in Brugg gesammelt worden waren, in die „feuchte Kammer“. Die Uredo waren z. T. schon am 11., vereinzelte Teleutosporen am 13. gekeimt. Am 14. war das bei den meisten Teleutosporen der Fall und die Basidiosporen waren z. T. abgeworfen.

Am 28. August 1909 wurden Uredo- und Teleutosporen, ebenfalls von Brugg stammend, auf 3 Sämlinge von *C. foetida* verteilt. Auch Rindenstücke mit teils noch geschlossenen Lagern wurden aufgelegt.

Kontrolle: 31. August: Uredo meist, Teleutosporen vereinzelt gekeimt. 10. September: Vereinzelte Uredolager auf 2 Blättern einer Versuchspflanze, die beiden anderen Exemplare waren abgestorben. 15. September: Die infizierte *C. foetida* trägt an 1 Blattstiel Pykniden. Zur Bildung von Aecidien kam es indessen nicht.

Am 10. Oktober 1909 fand ich in einer Kiesgrube in der Nähe der Eisenbahnbrücke unterhalb Klein-Hüningen auf dem rechten Rheinufer infizierte *Crepis foetida*. Die alten Exemplare waren meist abgestorben. Einige trugen aber noch frische Zweige und Blätter. Auf einem dieser Zweige hatten sich Pykniden und noch geschlossene Aecidien gebildet; ferner waren Uredolager, die auch Teleutosporen enthielten, vorhanden. Uredo fanden sich auch auf jungen Pflänzchen, die neben den alten zwischen den Steinen hervor kamen. Mehrere dieser Sämlinge trugen ausschließlich Aecidien. Die grund-

ständigen Blätter dieser Pflanzen unterschieden sich von den übrigen, wie ich schon in Brugg beobachtet hatte, durch ihre geringere Breite und größere Länge, auch standen sie aufrecht, während sich die entsprechenden Blätter der anderen Pflänzchen dem Boden anschmiegen. Die jungen, mit Aecidien befallenen Exemplare dieser Art sind daher leicht zu erkennen.

Am 14. November wurde nochmals eine *Crepis foetida* mit Uredo- und Teleutosporen, die ich von Hünigen mitgebracht hatte, besät. Nov. 18: Einige Teleutosporen gekeimt. Nov. 22: Drei Blätter des im geheizten Zimmer aufbewahrten Exemplars zeigen stark epinastische Krümmung. Die Krümmungsstellen sind heller grün als die übrigen Teile des Blattes. Eine äußerlich sichtbare Infektion konnte aber in der Folge nicht beobachtet werden.

### K. *Puccinia crepidicola* Sydow auf *Crepis taraxacifolia*.

#### Versuchsreihe I.

Mit Uredosporen von *Crepis taraxacifolia* vom Mettlen-  
gut bei Muri (Kt. Bern) wurde am 15. Mai 1905 geimpft:

- I 1. *Crepis taraxacifolia*, von Bern.
2. „ *biennis*, von Bern.
3. „ *virens*, von der S. S.-A. in Zürich.
3. Juni: *C. taraxacifolia* ist reichlich befallen. 2 und 3 dauernd gesund.

#### Versuchsreihe II.

Das Infektionsmaterial (Uredosporen) stammte aus der Gegend der Tierarzneischule in Bern. Die Reihe wurde am 26. Mai eingeleitet:

- II 1. *Crepis taraxacifolia*, von Bern.
2. „ *biennis*, von Bern.
3. „ *setosa*, von der S. S.-A. in Zürich.
4. „ *virens* var. *runcinata*, von der S. S.-A. in Zürich.

8. Juni: *C. taraxacifolia* ist sehr stark befallen. Die übrigen Pflanzen sind und bleiben auch bei späteren Kontrollen gesund.

#### Versuchsreihe III.

Auch zu diesem Versuch, der am 14. Juni 1905 unternommen wurde, dienten Uredosporen aus der Umgebung von Bern:

- III 1. *Crepis taraxacifolia*, Sämling 1905. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
2. „ *biennis*, Sämling 1905. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
3. „ *foetida*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in Lyon.
4. „ *rubra*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in München.
5. „ *blattarioides*, Sämling 1905. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
6. „ *alpina*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in Upsala.
7. „ *niccaensis*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in Tabor.
8. „ *virens*, Sämling 1905. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
9. „ *tectorum*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in Hamburg.
10. „ *alpestris*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in Innsbruck.
11. „ *succisaefolia*, vom Chaumont (Jua).
12. „ *aurea*, Sämling 1905. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
13. „ *praemorsa*, Sämling 1905. Samen von der S. S.-A. in Zürich.

14. „ *paludosa*, von Wabern b. Bern.
15. „ *sibirica*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in Paris.
16. „ *Jacquini*, Sämling 1905. Samen vom botan. Garten in Innsbruck.

26. Juni: *C. tectorum* trägt ein Uredolager. 1. Juli: Die Infektion von *C. tectorum* hat zugenommen. 6. Juli: *C. tectorum* ist reichlich infiziert, die übrigen Versuchspflanzen mit Einschluß von *C. taraxacifolia* bleiben dauernd pilzfrei.

#### Versuchsreihe IV.

Zu diesem Versuch dienten Uredosporen, die am 4. Juli 1906 bei Buttwil am Lindenberg (Aargau) auf größtenteils ganz dünnen Blättern von *Crepis taraxacifolia* gesammelt worden waren.

- IV 1. *Crepis taraxacifolia*, Sämling 1906. Samen von Bern.
2. „ *taraxacifolia*, „ „ „
3. „ *setosa*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Montpellier.
4. „ *virens*, Sämling 1906. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
5. „ *succisaefolia*, Sämling 1906. Samen vom Chaumont (Jura).
6. „ *sibirica*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Hamburg.
7. „ *bellidifolia*, Sämling 1906. Samen vom botan. Garten in Paris.

21. Juli: Beide *C. taraxacifolia* ziemlich stark infiziert, ebenso *C. setosa*. Auf *C. virens* einige verfärbte Blattstellen. Die übrigen Pflanzen und die Kontrollpflanzen sind pilzfrei.

#### Versuchsreihe V.

Dieser Versuch wurde am 11. Juni 1907 begonnen. Das Infektionsmaterial (ausschließlich Uredo) stammte von Solothurn.

- V 1. *Crepis taraxacifolia*, überwintert, von Bern.
2. „ *taraxacifolia*, „ „ „
3. „ *taraxacifolia*, Sämling 1907. Samen von Bern.
4. „ *biennis*, überwintert. Samen von Muri (Aargau).
5. „ *setosa*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Tabor.
6. „ *foetida*, Sämling 1907. Samen von Schönenwerd b. Aarau.
7. „ *blattarioides*, überwintert. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
8. „ *rubra*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Karlsruhe.
9. „ *alpina*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Hamburg.
10. „ *neglecta*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Marburg.
11. „ *nicaeensis*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Tabor.
12. „ *virens*, Sämling 1907. Samen von Solothurn.
13. „ *tectorum*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in München.
14. „ *tectorum*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Hamburg.
15. „ *succisaefolia*, überwintert. Samen vom Chaumont (Jura).
16. „ *alpestris*, überwintert, von Sils-Maria.
17. „ *aurea*, Sämling 1907. Samen von der S. S.-A. in Zürich.
18. „ *grandiflora*, überwintert, von St. Moritz.
19. „ *paludosa*, überwintert, von Wabern b. Bern.
20. „ *sibirica*, überwintert. Samen vom botan. Garten in Hamburg.
21. „ *dioscoridis*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Upsala.
22. „ *pulchra*, Sämling 1907. Samen vom botan. Garten in Berlin.

13. Juni: Die Uredosporen auf dem Objektträger sind ungefähr zu  $\frac{2}{3}$  gekeimt.  
22. Juni: *C. taraxacifolia* 1 und 2 auf den meisten Blättern reichlich befallen.

Auf *C. taraxacifolia* 3 zahlreiche verfärbte Blattstellen, aber nur wenig Uredolager. Ebenso auf *C. setosa*. *C. alpina* abgestorben. 25. Juni: Auf *C. tectorum* 14 blattoberseits 3 Uredolager. 27. Juni: *C. taraxacifolia* 1 und 2 sehr stark infiziert, *C. taraxacifolia* 3 etwas weniger, ebenso *C. setosa*. Auf *C. tectorum* 14 blattoberseits 10 Lager, auf *C. tectorum* 13 2 Lager. Am 3. Juli zeigten sich auch auf einem Blatt von *C. virens* 2 Uredolager. Die übrigen Versuchs- und die Kontrollpflanzen waren und blieben pilzfrei.

## Versuchsreihe VI.

Die in Kulturversuch V gewonnenen Uredosporen von *C. taraxacifolia* wurden am 4. Juli 1907 auf folgende Pflanzen verstäubt:

- VI 1. *Crepis taraxacifolia*, Sämpling 1907. Samen von Bern.  
 2. „ *taraxacifolia*,  
 3. „ *setosa*, Sämpling 1907. Samen vom botan. Garten in Tabor.  
 4. „ *tectorum*, Sämpling 1907. Samen vom botan. Garten in Ham-  
 burg.  
 5. „ *virens*, Sämpling 1907. Samen von Solothurn.  
 6. „ *succisaefolia*, überwintert. Samen vom Chaumont.

5. Juli: Die Uredo auf dem Objekträger sind alle gekeimt. 16. Juli: Auf *C. taraxacifolia* und 2, sowie auf *C. virens* je eine verfärbte Blattstelle. 22. Juli: *C. taraxacifolia* und 2 auf mehreren Blättern schwach infiziert. Auf mehreren Blättern von *C. setosa* verfärbte Blattstellen, ebenso einige auf *C. virens*. *C. tectorum* nicht infiziert und abgestorben. *C. succisaefolia* gesund. In den folgenden Tagen starben die vermutlich infizierten Blätter von *C. virens* und *setosa* rasch ab. Uredosporen waren auf ihnen keine vorhanden.

## Versuchsreihe VII.

Im Freien überwinterte Uredosporen dieser Art wurden am 14. März 1910 auf eine pilzfrie überwinterte *C. taraxacifolia* gebracht. Am 17. März waren die Sporen auf dem Objekträger etwa zur Hälfte gekeimt. Am 4. April erschienen auf verschiedenen Blättern der infizierten Pflanze vereinzelt Uredolager. Am 18. April zählte ich deren 25. Später bildeten sich noch zahlreiche neue Lager.

Unsere Kulturversuche mit *Pucc. Crepidicola* auf *C. taraxacifolia* beweisen also, daß der Pilz in unserer Gegend im Uredozustand überwintert und daß er von seiner Hauptnährpflanze *C. taraxacifolia* auch auf *C. setosa* und *tectorum* und schwach auf *C. virens* übergeht<sup>1)</sup>.

Eine Anzahl Infektionsversuche mit *Uredo* auf *Crepis virens* haben zu keinem befriedigenden Ergebnis geführt. Am 16. Juli 1905 brachte ich reichliches Material aus der Umgebung von Bern auf 17 *Crepis*-Arten von denen sich am 29. Juli 3, nämlich *C. virens*, *C. tectorum* und *C. nicaeensis*, als schwach befallen erwiesen<sup>a)</sup>. Ich glaubte damals, es handle sich um *Puccinia Crepidis* Schroeter; diese Form ging aber in meinen Kulturversuchen nicht auf *C. virens* über, auch fand ich im Freien auf *C. virens* nur selten Teleutosporen und niemals Aecidien. Ich habe diese Art nicht näher untersucht, daher kann das in meiner ersten „Vorläufigen Mitteilung“ enthaltene Resultat nicht als endgültig betrachtet werden.

**L. Puccinia Crepididis montanae P. Magn. auf Crepis montana.**

Von der „Fürstenalp“ im Kt. Graubünden, wo dieser Pilz auf *Crepis montana* häufig auftritt, erhielt ich wiederholt durch gütige Vermitt-

<sup>1)</sup> In diesem Sinn ist also meine erste „Vorläufige Mitteilung“, l. c., zu ergänzen.

<sup>2)</sup> Vgl. meine erste „Vorläufige Mitteilung“.

lung der Herren Dr. Volkart in Zürich und Gärtner Schaufelberger auf „Fürstenalp“ infizierte Exemplare mit Aecidien und Uredosporen, die ich zur Feststellung der Spezialisierung dieser Form verwendete. Leider gingen die infizierten *C. montana* regelmäßig vor Ablauf der Inkubationszeit ein, so daß es mir bis zum Jahre 1909 nicht gelang, ein positives Resultat zu erzielen. Am 27. Juli dieses Jahres machte ich einen letzten Versuch mit Aecidiosporen, die von Partnun im St. Antönierthal (Graubünden), wo der Pilz ebenfalls häufig ist, stammten. Das sehr reichliche Material wurde auf folgende Arten verteilt:

#### Versuchsreihe I.

- I 1. *Crepis montana*, überwintert, von St. Antönien.
2. „ *biennis*, überwintert, von Muri.
3. „ *virens*, überwintert, von Muri.
4. „ *paludosa*, überwintert, von Muri.
5. „ *taraxacifolia*, Sämling 1909, von Muri.
6. „ *tectorum*, Sämling 1909. Samen von Paris.
7. „ *rubra*, Sämling 1909. Samen von München.
8. „ *pulchra*, Sämling 1909. Samen von Berlin.
9. „ *alpestris*, Sämling 1909. Samen von Zürich.
10. „ *blattarioides*, überwintert, von St. Antönien.
11. „ *aurea*, überwintert. Samen von Zürich.
12. „ *succisaefolia*, überwintert, vom Weißenstein.
13. „ *sibirica*, überwintert. Samen von Hamburg.
14. „ *nicaeensis*, Sämling 1909. Samen von Tabor.
15. „ *dioscoridis*, Sämling 1909. Samen von Upsala.

Juli 31: Eine Anzahl Aecidiosporen in der „feuchten Kammer“ sind gekeimt. August 11: Ein Blatt von *C. montana* ist ziemlich reichlich mit Uredo- und Teleutosporen infiziert. Das Blatt ist, wie die meisten übrigen, am Absterben. Ein 2. Blatt ist vereinzelt befallen. *C. foetida* ist abgestorben und nicht infiziert. Die übrigen Pflanzen bleiben dauernd pilzfrei.

#### M. *Puccinia Crepidis blattarioidis* nov. f. spec. setosae.

Einige mit Uredo- und Teleutosporen infizierte *Crepis setosa*, die ich am 10. Oktober 1909 am Rheinufer unterhalb Kl. Hünigen fand, gaben mir Veranlassung, Entwicklungsgang und Spezialisierung dieser noch wenig bekannten Art zu untersuchen. Das Material wurde im Freien überwintert und am 13. Mai 1910 auf folgende Arten gebracht:

#### Versuchsreihe I.

- I 1. *Crepis setosa*, Sämling 1910. Samen von Montpallier.
2. „ *setosa*, „ „ „ „ Kl. Hünigen.
3. „ *taraxacifolia*, überwintert, von Muri.
4. „ *biennis*, überwintert, von Muri.
5. „ *paludosa*, überwintert, von Muri.
6. „ *foetida*, Sämling 10. Samen von Brugg.
7. „ *tectorum*, Sämling 1910. Samen von Zürich.
8. „ *succisaefolia*, überwintert, vom Weißenstein.
9. „ *grandiflora*, überwintert, von St. Moritz.
10. „ *sibirica*, überwintert, von Upsala.

Kontrolle: Bis zum 19. Mai war keine einzige Spore auf dem Objektträger gekeimt. 2. Juni: Auf einem Blatt von *C. setosa* 1 oberseits an 2 Stellen Pyknidengruppen, ebenso beidseitig an einem Blattstiel. *C. setosa* 2 nicht infiziert abgestorben. 4. Juni: An einem Blattstiel der infizierten Pflanze 2 offene Aecidien. 8. Juni: Am Blattstiel beidseitig offene Aecidien in kleinen, länglichen Gruppen. Das befallene Blatt trägt immer noch ober- und unterseits Pykniden. 11. Juni: An einer der beiden Infektionsstellen des Blattes — unterseits — 14 offene Aecidienbecher. Die übrigen Arten blieben gesund.

## Versuchsreihe II.

Ein weiterer Kulturversuch mit dieser Art wurde am 1. Juli unternommen. Es hatten sich bis zu diesem Tag auf der infizierten *C. setosa* zahlreiche Uredosporen gebildet. Am genannten Tag verstäubte ich sie auf folgende Pflanzen:

- II 1. *Crepis setosa*, Sämling 1910. Samen von Kl. Hünigen.
2. „ *taraxacifolia*, Sämling 1910. Samen von Muri.
3. „ *biennis*, Sämling 1910. Samen von Muri.
4. „ *pulchra*, Sämling 1910. Samen von Berlin.
5. „ *dioscoridis*, Sämling 1910. Samen von Upsala.
6. „ *alpestris*, Sämling 1910. Samen von St. Moritz.

4. Juli: Eine Anzahl Uredosporen auf dem Objektträger sind gekeimt. *C. setosa* starb vor Ablauf der Inkubationsdauer ab; die übrigen Pflanzen blieben bis zum 1. August, an welchem Tage der Versuch abgebrochen wurde, pilzfrei.

In unseren Versuchen erwies sich also die Form auf *Crepis setosa* als streng auf die eine *Crepis* Art spezialisiert.

N. *Puccinia Crepidis* Schröter auf *Crepis tectorum*.

Ende Juli 1910 fand ich in einer Kiesgrube unterhalb Ardetz (Engadin) am Wege nach Schuls eine Anzahl infizierter *Crepis tectorum*. Die meisten Exemplare trugen Uredo- und Teleutosporen. Eine Pflanze, die von weitem durch die Größe und Dicke ihrer Blätter auffiel, war im Begriff, Aecidien zu bilden. Blätter und Stengel waren dicht mit Pykniden bedeckt. Dieses Exemplar wurde, wie auch andere, eingetopft, brachte es aber nicht zur Aecidienbildung. Blätter und Stengel starben rasch ab. Am 29. September bezog ich von demselben Standorte wieder reichlich (mit Teleutosporen) infizierte *Crepis tectorum*. Am 14. Oktober fand ich auf einer jungen Keimpflanze, die neben einer im Sommer eingetopften Pflanze entstanden war, massenhaft Pykniden. Auch in diesem Falle entwickelte sich aber der Pilz nicht weiter. Mit dem Auftreten dieser Pykniden steht in Übereinstimmung, daß eine Anzahl Teleutosporen, die am 14. Oktober in die „feuchte Kammer“ gebracht worden waren, in den folgenden Tagen keimten und Basidiosporen bildeten. Auch während des Winters können die Teleutosporen dieser Art zum keimen gebracht werden, was durch einen, am 5. Februar 1911 in einem geheizten Zimmer vorgenommenen Versuch erwiesen wurde. Am 22. April 1911 brachte ich eine Anzahl im Freien überwinterter Teleutosporen auf folgende Arten:

## Versuchsreihe I.

- I 1. *Crepis tectorum* (eine Anzahl), Sämlinge 1911. Samen von Lavin (Engadin).
2. „ *foetida* (einige), Sämlinge 1911. Samen von Kl. Hünigen.
3. „ *taraxacifolia*, überwintert, von Muri.
4. „ *taraxacifolia*, „ „
5. „ *biennis*, überwintert, von Muri.
6. „ *paludosa*, überwintert, von Muri.
7. „ *blattarioides*, überwintert, vom Rigi.
8. „ *succisaefolia*, überwintert, vom Weißenstein.
9. „ *aurea*, überwintert, vom Rigi.
10. „ *sibirica*, überwintert. Samen von Hamburg.
11. „ *alpestris* (eine Anzahl), Sämlinge. Samen von Schuls.

Schon am 23. April sind zahlreiche Teleutosporen gekeimt und die Basidiosporen bei einigen abgeworfen. 13. Mai: Bis heute zeigte sich bloß an einer *C. tectorum* eine Spur von Infektion. Der Versuch wurde daher an diesem Tage mit reichlichem

Material wiederholt, auch infizierte Stengel und Blatteile wurden aufgelegt. 1. Juni: Eine Anzahl Blätter der *C. tectorum*-Pflanzchen sind mit zahlreichen Pykniden besetzt. Die meisten dieser Blätter sind deformiert, verhältnismäßig lang und dick. Ein Blatt trägt auf der Unterseite offene Aecidien. 2. Juni: Offene Aecidien auf mehreren *C. tectorum*, meist blattunterseits über die ganze oder den größten Teil der Blattspreite verbreitet, nicht dicht gedrängt, oberseits vereinzelt. Es finden sich aber auch Blätter vor, die nur vereinzelt Pykniden und Aecidien tragen, und diese sind wenig oder gar nicht deformiert. Die später entstehenden Blätter sind aber alle deformiert und gleichmäßig auf der ganzen Unterseite, vereinzelt auf der Oberseite, mit Aecidien besetzt. Die übrigen Pflanzen zeigten keine Spur einer Infektion.

### Versuchsreihe II.

Am 8. Juni 1911 wurden die inzwischen entstandenen Aecidiosporen in Menge auf folgende Pflanzen verstäubt:

- II 1. *Crepis tectorum*, Sämling 1911. Samen von Lavin.
2. „ *virens*, Sämling 1911. Samen von Muri.
3. „ *biennis*, Sämling 1911. Samen von Muri.
4. „ *biennis*, überwintert, von Muri.
5. „ *taraxacifolia*, überwintert, von Muri.
6. „ *taraxacifolia*, Sämling 1911. Samen von Muri.
7. „ *paludosa*, überwintert, von Muri.
8. „ *blattarioides*, überwintert, vom Rigi.
9. „ *succisaefolia*, überwintert, vom Paßwang.
10. „ *sibirica*, überwintert, Samen von Stockholm.
11. „ *foetida*, Sämling 1911. Samen von Brugg.
12. „ *alpestris*, Sämling 1911. Samen von Schuls.
13. „ *aurea*, überwintert, vom Rigi.

9. Juni: Die Sporen in der feuchten Kammer sind sämtlich gekeimt. Bis zum 25. Juni entstehen *Uredo* bloß auf *C. tectorum*. Auf dieser ziemlich zahlreich. Auch bei späterer Durchsicht erwiesen sich die übrigen Nährpflanzen nicht infiziert.

### Versuchsreihe III.

Am 24. Juni brachte ich Aecidio- und Uredosporen von *C. tectorum* stammend in sehr großer Zahl auf

- III 1. *Crepis virens*, blühende Pflanze, von Muri.
2. „ *virens*, Sämling 1911. Samen von Muri.
3. „ *foetida*, Sämling 1911. Samen von Brugg.

In Ermangelung nicht infizierter *C. tectorum*, konnte diese Spezies in diesen und den folgenden Versuch nicht mehr einbezogen werden. Am 25. Juni waren die Sporen auf dem Objektträger gekeimt. Bis Ende Juli war an den 3 Versuchspflanzen keine Spur von Infektion zu bemerken.

Ein weiterer Kulturversuch mit Aecidiosporen, die am 3. Juli 1911 auf 2 überwinterte *C. virens* gebracht wurden, verlief ebenfalls erfolglos. Die sehr zahlreichen Sporen auf dem Objektträger waren auch in diesem Falle schon am folgenden Tag ausnahmslos gekeimt.

*Puccinia Crepidis* Schröter auf *Crepis tectorum* geht also, wie unsere Versuche gezeigt haben, weder auf *Crepis virens*, noch auf irgendeine andere der in den beiden Kulturen verwendeten *Crepis*-Arten über.

### II. Einige Beobachtungen über die gegen das Ende der Vegetationsperiode abnehmende Empfänglichkeit der Nährpflanzen für Uredoinfektion.

Auf S. 230 dieser Arbeit haben wir 3 Kulturversuche mit Uredosporen von *Pucc. major* Dietel erwähnt, die am 26. Juli und 15. August 1916 und am 19. August 1907 begonnen wurden und sämtlich erfolglos blieben. Sehr spärlichen Erfolg hatte auch die auf S. 234 und 235 beschriebene, am 4. August



1906 vorgenommene Aussaat von Uredosporen auf *C. blattaroides*. Am 9. August 1906 brachte ich zahlreiche Uredosporen von *Puccinia Crucheti* auf eine Anzahl *Crepis*-Arten, worunter 2 *C. succisaefolia*. Das Resultat war gänzlich negativ. Herr Dr. Paul Cruchet bespricht in seiner Studie: „Contribution à l'étude biologique de quelques Puccinies sur Labiées“<sup>1)</sup> einen, am 15. September 1905 mit sehr zahlreichen Uredosporen auf *Mentha arvensis* unternommenen Infektionsversuch. Die Uredosporen auf dem Objektträger waren nach 3 Tagen vollständig gekeimt, aber die Infektion der Nährpflanzen blieb aus. Alle diese Beobachtungen und Erfahrungen, denen sich analoge an Versuchen mit *Centaurea*-Puccinien zugesellten, legten die Vermutung nahe, daß vielleicht die Uredosporen gegen den Herbst allmählich ihre Infektionsfähigkeit einbüßen. Andererseits konnte man auch an ein gegen das Ende der Vegetationsperiode verändertes Verhalten der Nährpflanze dem Pilz gegenüber denken. Um dieser Frage experimentell etwas näher zu treten, setzte ich die auf p. 225—228 erwähnten Kulturversuche mit *Puccinia praecox* Bub. in folgender Weise fort: Die in Versuchsreihe VIII auf *Crepis biennis* entstandenen Uredosporen, die sämtlich der 4. Generation angehörten, wurden am 24. Juli 1907 auf folgende Pflanzen verteilt:

## Versuchsreihe IX.

- |       |  |   |
|-------|--|---|
| IX 1. | <i>Crepis biennis</i> , Sämling 1907.  | Samen von Muri (Aargau).                |
| 2.    | „ <i>biennis</i> , „ „                 | Samen von Muri (erst im Juni ausgesät). |
| 3.    | „ <i>taraxacifolia</i> , Sämling 1907. | Samen von Bern.                         |
| 4.    | „ <i>setosa</i> , Sämling 1907.        | Samen vom botan. Garten in Tabor.       |
| 5.    | „ <i>foetida</i> , Sämling 1907.       | Samen von Schönenwerd (Solothurn).      |
| 6.    | „ <i>rubra</i> , Sämling 1907.         | Samen vom botan. Garten in Karlsruhe.   |
| 7.    | „ <i>neglecta</i> , Sämling 1907.      | Samen vom botan. Garten in Marburg.     |
| 8.    | „ <i>nicaeensis</i> , Sämling 1907.    | Samen vom botan. Garten in Tabor.       |
| 9.    | „ <i>virens</i> , Sämling 1907.        | Samen von Solothurn.                    |
| 10.   | „ <i>tectorum</i> , Sämling 1907.      | Samen vom botan. Garten in Hamburg.     |

Am 25. Juli waren die Sporen auf dem Objektträger größtenteils gekeimt. 6. August: Es erscheinen zerstreute Uredolager auf einzelnen Blättern von *C. biennis* 1. 8. August: *C. biennis* 1 auf wenigen Blättern schwach infiziert. Auf einem Blatt von *C. virens* einige verdächtige Stellen. *C. rubra* abgestorben, die übrigen Pflanzen gesund. Am 12. August bemerkte ich auch auf einem Keimblatt von *C. biennis* 2 ein Uredolager, die übrigen Pflanzen waren und blieben unverändert.

## Versuchsreihe X.

Wurde am 9. August mit den im Versuch IX erzielten Uredo der fünften Generation eingeleitet. Zahl und Art der Nährpflanzen blieb gleich.

11. August: Keimung der Uredosporen auf dem Objektträger beinahe vollständig. 22. August: *C. biennis* 1 auf mehreren Blättern gelblich verfärbte Stellen, ebenso auf *C. virens* und *tectorum*. *C. taraxacifolia* ist ziemlich reichlich mit Uredo befallen, *C. rubra* und *nicaeensis* abgestorben. 24. August: *C. biennis* 1 hat blattoberseits 2 Infektionsstellen, *C. biennis* 2 ebenso viele blattunterseits. 29. August: Die Zahl der Uredolager auf *C. biennis* 1 ist auf 9 angewachsen. Die übrigen Pflanzen zeigen keine Veränderung. Die morphologische Untersuchung der Uredosporen auf *C. taraxacifolia* erwies deren Zugehörigkeit zu *Pucc. crepidicola* Syd. auf der genannten Nährpflanze. Es liegt also hier offenbar Fremdinfection vor.

<sup>1)</sup> Centralbl. f. Bakt., Abt. II. Bd. 17. 1906; auch als Dissertation der Universität Lausanne erschienen, 1906.

Die Kulturversuche mit *Pucc. praecox* wurden mit dieser Reihe abgeschlossen. Zu einer weiteren reichlichen Sporenaussaat genügte das in X erhaltene Uredomaterial nicht.

Die Ergebnisse der im Sommer 1907 ausgeführten 5 Kulturversuche mit Uredo von *Pucc. praecox* auf *C. biennis* sind aus folgender Tabelle ersichtlich:

Beginn der Versuchsreihen.

+! sehr stark und stark, + mäßig, (+) schwach und sehr schwach, — nicht infiziert.

Nährpflanzen	13. Mai	7. Juni	28. Juni	24. Juli	9. August
1. <i>Crepis biennis</i> . . . .	+!	+!	+	(+)	(+)
2. „ <i>biennis</i> (Säml.)	+	+!	+	(+)	(+)
3. „ <i>setosa</i> . . . .	+!	+!	(+)	—	—
4. „ <i>nicaeensis</i> . . .	+	—	(+)	—	—
5. „ <i>alpina</i> . . . .	(+)	—	—	—	—
6. „ <i>rubra</i> . . . .	(+)	—	—	—	—
7. „ <i>foetida</i> . . . .	+	(+)	—	—	—
8. „ <i>tectorum</i> . . . .	(+)	—	—	—	—
9. „ <i>virens</i> . . . .	(+)	(+)	+	—	—
10. „ <i>neglecta</i> . . . .	—	—	—	—	—
11. „ <i>taraxacifolia</i> . .	—	—	—	—	—

Diese Versuche sprechen also dafür, daß *Puccinia praecox* Bub. gegen das Ende der Vegetationsperiode ihre Hauptnährpflanze *Crepis biennis* nur noch schwach, die übrigen Nährpflanzen gar nicht mehr befällt. Ich war ursprünglich geneigt, anzunehmen, daß dieses Ergebnis auf eine gegen den Herbst hin abnehmende Infektionsfähigkeit der Uredosporen hinweise. Daneben mochten allerdings auch noch hemmende Einflüsse der Nährpflanzen mitspielen. Neuerdings hat nun G. Gassner<sup>1)</sup> in einer umfangreichen Arbeit, auf Grund von Versuchen mit Getreiderosten in Uruguay, gezeigt, „daß die ausgewachsenen Pflanzenteile nur bis zu demjenigen Entwicklungsstadium infizierbar sind, in welchem die Teleutosporenbildung noch nicht einsetzen würde“. Nach dieser Auffassung kommt es also in erster Linie auf den Entwicklungszustand der Nährpflanze und ihrer einzelnen Teile an, ob Uredoinfektion möglich ist oder nicht. Für *Crepis biennis* z. B. müßte man annehmen, daß ihre Infizierbarkeit im August im Erlöschen begriffen ist. Nun geht aber aus unsern Versuchsreihen IX und X vom 24. Juli, bzw. 9. August hervor, daß im Juni entstandene Sämlinge von *Crepis biennis* von Uredo nur sehr schwach befallen wurden, während die im Frühjahr (April) gezogenen Sämlinge in Kulturversuchen vom Mai und Juni jeweilen eine reichliche Uredoinfektion aufwiesen. (Vgl. die Ergebnisse der Versuchsreihen IV, VI und VII). Letztere erfolgte aber auf gleich alten *Crepis biennis* im Frühjahr und Vorsommer leicht, im Spätsommer dagegen sehr schwer. Diese Erfahrung spricht dafür, daß die Infizierbarkeit der Nährpflanze nicht bloß von ihrem Entwicklungszustand, oder demjenigen ihrer einzelnen Teile abhängt, sondern auch vom Alter des Pilzes. Die verschiedenen Uredogenerationen besitzen wahrscheinlich ungleiche Vitalität; je später sie entstehen, um so geringer scheint diese zu sein. Immerhin sind natürlich die Ergebnisse dieser wenigen, nur nebenbei unternommenen Kulturversuche nicht geeignet, die vorliegende schwierige Frage auch nur für eine Art zu lösen.

<sup>1)</sup> Untersuchungen über die Abhängigkeit des Auftretens der Getreideroste vom Entwicklungszustand der Nährpflanzen und von äußeren Faktoren. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 44. 1915. S. 512—617.)

### III. Diskussion der Versuchsergebnisse und Bemerkungen zur Systematik.

#### 1. *Puccinia praecox* Bubák auf *Crepis biennis*.

Von den 13 untersuchten *Crepis*-Puccinien erwies sich *P. praecox* in unsern Versuchen (vgl. Tabelle) als die infektiöskräftigste. Nicht weniger als 10 von 24 Versuchspflanzen wurden von ihr mehr oder weniger stark befallen. Es liegt nahe, dieses Verhalten des Pilzes mit dem häufigen Vorkommen seiner Hauptnährpflanze in Zusammenhang zu bringen. Von sämtlichen *Crepis*-Arten der Schweiz ist *Crepis biennis* zweifellos die häufigste. In der „Flora der Schweiz“ von Schinz und Keller<sup>1)</sup> wird als Standort und Vorkommen angegeben: „Wiesen, überall“. Nun hat Eriksson<sup>2)</sup> gezeigt, daß in Schweden und Nordamerika die *formae speciales* des Getreideschwarzrostes eine um so größere Infektionsfähigkeit den verschiedenen Grasarten gegenüber bekunden, je häufiger die Hauptnährpflanze in dem betreffenden Lande vorkommt. In Schweden z. B. wird in erster Linie Hafer und nur sehr wenig Weizen gebaut. Dem entsprechend, geht die *f. spec. Avenae* auf 19 Grasarten, *f. spec. Tritici* nur auf eine, den Weizen. In Nordamerika dagegen, wo der Weizenbau im Großen betrieben wird, bewohnt die *f. spec. Tritici* 9 Grasarten. Die Eriksson'sche Erklärung der Spezialisierung des Grasrostes ließe sich nach dem oben gesagten mit Erfolg auch auf diejenige der meisten *Crepis*-Puccinien und speziell der *Pucc. praecox* anwenden<sup>3)</sup>.

In Übereinstimmung mit dem biologischen Verhalten der *P. praecox* in unsern Kulturversuchen steht ihr häufiges Vorkommen. In den „Uredineen der Schweiz“<sup>4)</sup> sind zwar nur 4 Standorte angegeben. Es ist mir aber bloß aus der nächsten Umgebung von Bern und Muri (Aargau) mindestens die doppelte Zahl bekannt geworden.

Nicht ohne Einfluß auf die Spezialisierung der *P. praecox* dürfte der Umstand gewesen sein, daß dieser Art unter allen *Crepis*-Puccinien die längste Fruktifikationsdauer zukommt. Sie ermöglicht es ihr, auf Frühlingspflanzen, wie *Crepis taraxacifolia*, und Hochsommersgewächse wie *C. virens* und *C. tectorum*, überzugehen. Bubák<sup>5)</sup> beobachtete die Entwicklung der Aecidien schon Ende März. In meinen, im Sommer 1907 unternommenen Versuchen mit *Uredo* bestand noch die 6., Ende August entstandene Generation ausschließlich aus Sommersporen. An einem schon erwähnten Standort des Pilzes bei Muri-Langenmatt waren am 7. September 1907 erst vereinzelte Teleutosporen vorhanden. In bezug auf das Verhalten der *P. praecox* den verschiedenen Nährpflanzen gegenüber ist zu unterscheiden zwischen den primären und den sekundären Wirtspflanzen. Während erstere, *Crepis biennis*, regelmäßig und meist stark infiziert wurde, gelang die Übertragung auf die übrigen Nährpflanzen nur ab und zu. So entwickelte sich der Pilz z. B.

<sup>1)</sup> Erster Teil. 2. Aufl. 1905. S. 547.

<sup>2)</sup> Über die Spezialisierung des Getreideschwarzrostes in Schweden und in anderen Ländern. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 9. 1902.)

<sup>3)</sup> Vergl. über diese Frage Schneider, O., Experimentelle Untersuchungen über schweiz. Weidenmelampsoren“ (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 16. 1906) und Krieg, W., „Experimentelle Untersuchungen über *Ranunculus*-Arten bewohnende *Uromyces*“ (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 18. 1907). Beide Autoren stehen der Eriksson'schen Theorie mehr ablehnend gegenüber.

<sup>4)</sup> S. 212.

<sup>5)</sup> l. c. S. 4.

Infektionsversuche mit autoecischen *Crepis*

Verwendete Versuchspflanzen	Pucc. praecox Bub. von <i>C. biennis</i> stammend	<i>P. major</i> Dietel von <i>C. paludosa</i> stammend	<i>P. Crepidis-grandiflorae</i> Hasler von <i>C. grandiflora</i> stammend	<i>P. Crepidis-blattarioidis</i> Hasler von <i>C. blattarioides</i> stammend	<i>P. Crepidis-blattarioidis</i> nov. f. spec. <i>alpestris</i> von <i>C. alpestris</i> stammend
<i>Crepis biennis</i> . . . . .	+ !	—	—	—	—
„ <i>taraxacifolia</i> . . . . .	(+) u. —	—	—	—	—
„ <i>foetida</i> . . . . .	+ u. —	—	—	—	—
„ <i>blattarioides</i> . . . . .	—	—	—	+ ! u. (+)	—
„ <i>setosa</i> . . . . .	+ ! u. —	—	—	—	—
„ <i>alpina</i> . . . . .	(+) u. —	—	—	—	—
„ <i>rubra</i> . . . . .	(+) u. —	—	—	—	—
„ <i>nicacensis</i> . . . . .	(+) u. —	—	(+) ?	—	—
„ <i>neglecta</i> . . . . .	(+)	—	—	—	—
„ <i>tectorum</i> . . . . .	(+) u. —	—	+	+	—
„ <i>virens</i> . . . . .	(+) u. —	—	—	(+)	—
„ <i>paludosa</i> . . . . .	—	+ ! u. —	—	—	—
„ <i>grandiflora</i> . . . . .	—	—	+ ! u. —	—	—
„ <i>alpestris</i> . . . . .	—	—	—	+ u. —	+
„ <i>succisaefolia</i> . . . . .	—	—	—	—	—
„ <i>praemorsa</i> . . . . .	—	—	—	—	—
„ <i>aurea</i> . . . . .	—	—	—	—	—
„ <i>montana</i> . . . . .	—	—	—	—	—
„ <i>sibirica</i> . . . . .	—	—	—	—	—
„ <i>dioscoridis</i> . . . . .	—	—	+	—	—
„ <i>bellidifolia</i> . . . . .	—	—	+	—	—
„ <i>pulehria</i> . . . . .	—	—	—	—	—
„ <i>Jacquini</i> . . . . .	—	—	—	—	—
„ <i>terglouensis</i> . . . . .	—	—	—	—	—
„ <i>aspera</i> . . . . .	—	—	—	—	—
„ <i>jubata</i> . . . . .	—	—	—	—	—
„ <i>multicaulis</i> . . . . .	—	—	—	—	—
„ <i>pygmaea</i> . . . . .	—	—	—	—	—

in 6 Versuchen nur 3 mal auf *C. setosa*,  
 „ 9 „ „ 4 „ „ *C. virens*<sup>1)</sup>,  
 „ 10 „ „ 3 „ „ *C. taraxacifolia*,  
 „ 5 „ „ 2 „ „ *C. foetida*

usw. Man muß also annehmen, daß ein und dieselbe Spezies rostempfindliche und immune Individuen aufweise<sup>2)</sup>).

Was endlich die systematische Stellung der nunmehr bekannten Nährpflanzen von *P. praecox* anbetrifft, so läßt sich lediglich mit Bezug auf die Lebensdauer eine gewisse Übereinstimmung erkennen: Es sind sämtlich ein oder zweijährige Arten. Der Pilz meidet die perennierenden Formen.

Als Ergänzung der morphologischen Beschreibung der Art durch Fr. Bubák mag hier noch erwähnt werden, daß die Membran der Peridienzellen auf der Innenseite verdickt ist.

2. *Puccinia major* Dietel.

In unseren Kulturversuchen erwies sich diese Art streng auf *Crepis paludosa* spezialisiert. Allerdings gaben nur die beiden ersten, in Bern

<sup>1)</sup> Vgl. Jackys abweichendes Ergebnis.

<sup>2)</sup> Vgl. über diese Frage auch Müller, W., Zur Kenntnis der Euphorbia-bewohnenden Melampeoren. (Inaug. Dissert.), Bern 1907, S. 19—20; auch im Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 19. 1907 erschienen.

**Puccinien.** + ! sehr stark und stark, + mäßig, (+) schwach, — nicht infiziert.

[illegible]

durchgeführten Infektionsreihen ein durchaus einwandfreies Resultat. Bei 6 späteren Übertragungen erzeugte der Pilz auch auf *C. paludosa* nur spärliche oder keine Uredolager. Immerhin haben unsere Versuche mit *Pucc. major* und der sofort zu besprechenden Form auf *Crepis grandiflora* bewiesen, daß die beiden Uredineen, wenigstens biologisch, nicht wie Bubák annahm, identisch sind. Um bezüglich der Morphologie dieser und der andern untersuchten *Crepis*-Puccinien einigermaßen sicher zu gehen, wurden je 150 Teleutosporen gemessen und in folgender Weise Kurven konstruiert<sup>1)</sup>: Die erhaltenen Breiten- und Längenmaße wurden auf den Abscissen eingetragen. Die Ordinaten stellen die den betreffenden Dimensionen entsprechende Zahl der Sporen in Prozenten ausgedrückt dar. Die Kurven links beziehen sich auf die Breite, diejenigen rechts auf die Länge der Teleutosporen. Ein Blick auf die Kurven erweist die bedeutenden Unterschiede in den Dimensionen der Teleutosporen von *Pucc. major* (Kurve No. 1) und *Pucc. Crepidis grandiflorae* nov. spec. (Kurve No. 2).

### 3. *Puccinia Crepidis-grandiflorae* nov. spec.

Als Nährpflanzen dieses Pilzes sind durch unsern Kulturversuch vom 14. Mai 1906 außer *Crepis grandiflora* nachgewiesen: *C. tecto-*

<sup>1)</sup> S. am Schluß von Abschnitt I.

rum, *C. dioscoridis* und *bellidifolia*. Auf *C. nicaeensis* zeigte sich infolge der Infektion Fleckenbildung, der aber keine Pykniden folgten. Es bleibt daher vorläufig fraglich, ob *C. nicaeensis* zum Nährpflanzenkreis der *P. Crepidis grandiflorae* gehört. Dieser selbst umfaßt pflanzengeographisch und systematisch sehr verschiedene Elemente. Die Hauptnährpflanze, *C. grandiflora*, ist nach Schröter<sup>1)</sup> ein ausschließlicher und perennierender Bewohner der Mäher und des Wildheurasens, vorzugsweise der subalpinen Region, von mitteleuropäisch-alpinem Verbreitungstypus (Pyrenäen bis Balkan und Kaukasus, auch Karpathen und Mittelgebirge, kalkarmes Gestein vorziehend). *Crepis belli-*

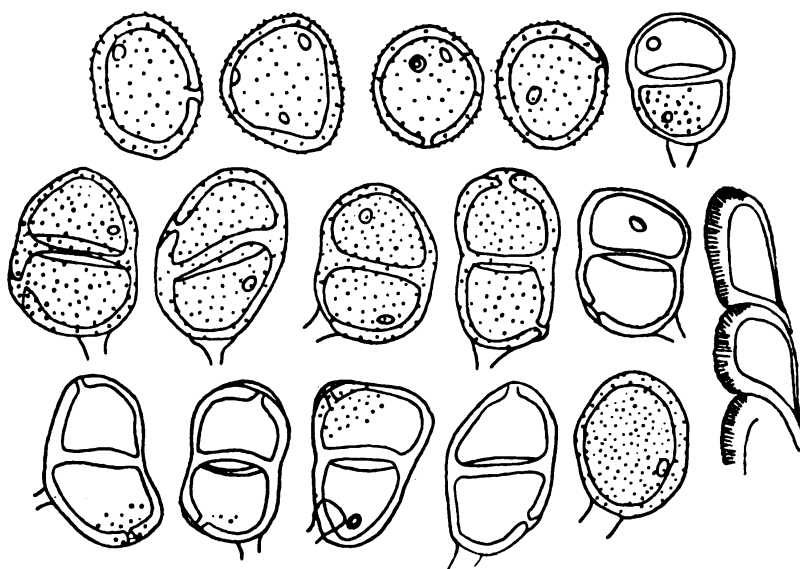


Fig. 1. *Puccinia Crepidis grandiflorae* nov. spec. auf *Crepis grandiflora*. Uredo- und Teleutosporen und radialer Längsschnitt durch die Peridie. Vergr. 540.

*difolia*, *dioscoridis* und *tectorum* sind einjährige Gewächse. Die beiden ersten leben in Südeuropa, letztere ist in Europa und Nordasien verbreitet. Nachstehend die Beschreibung der Art:

*Pycnidiis circumclusis ab aecidiis, amphigenis, melleis, postea rubris, ante aecidia erumpentibus.*

*Aecidiis satis confertis, satis magno numero aggregatis, in greges rotundos vel ad nervos aut petiolos oblongos dispositis, plerumque hypophyllis, etiam epiphyllis et iis saepius solitariis, maculis rubris flave circumclusis insidentibus, humilibus, cupuliformibus, margine albo, reflexo, subtiliter laciniato, cellulis non in series regulares dispositis, ab exteriori parte aliis subductis super aliam inferiorem cellulam; membrana exteriori tenui, membrana interiore crassa (5  $\mu$ ), subtiliter verrucosa. Aecidiosporis globosis, polygono-globosis vel ellipsoideis, membrana tenui, subtiliter verrucosa; substantia sine colore vel aurantiaca 16—26 = 16—21  $\mu$ .*

*Soris uredosporiferis amphigenis, punctiformibus, cinnamomeis, maculis luteolis insidentibus; uredosporis ellipsoideis vel globosis; membrana flavo-*

<sup>1)</sup> „Das Pflanzenleben der Alpen“, S. 377.

brunnea, non amplius  $3\ \mu$  crassa, subtiliter aculeata; aculeis a se distantibus  $2\ \mu$ , poris germinationis 2—3 in medio vel irregulariter dispositis; nullis aut tenuibus papillis,  $21\text{--}30 = 20\text{--}26\ \mu$ .

Soris teleutosporiferis punctiformibus, (diam  $\frac{1}{2}$  mm.) atrobrunneis, amphigenis, maculis flavis insidentibus. Teleutosporis ellipsoideis, piroideis vel ovoideis, plerumque rotundatis, rarius ad pedicellum constrictis, mediis non aut lenissime constrictis (non amplius  $2\ \mu$ ), castaneo-brunneis, in apice non incrassatis ( $3\ \mu$ ), subtilissime verrucosis; verrucis a se distantibus circa  $2\ \mu$ ; papillis nullis aut mediocribus; poro superioris cellulae plerumque in superiore parte cellulae, poro inferioris cellulae saepe in medio.  $26\text{--}44 = 19\text{--}30\ \mu$ ; pedicello hyalino, brevissimo, caduco.

Nährpflanzen: *Crepis grandiflora*, *Crepis tectorum*, *Crep. dioscoridis* und *Crep. bellidifolia*.

Es erübrigt uns noch, die wichtigsten morphologischen Unterschiede der beiden unter 2 und 3 besprochenen Arten zu erwähnen.

1. Die Uredosporen von *Pucc. major* sind im Durchmesser etwas kleiner:  $16\text{--}24\ \mu$ , ihre Membran etwas dünner ( $2\ \mu$ ).

2. Die Teleutosporenlager von *Pucc. major* sind kleiner ( $\frac{1}{4}$  mm Durchmesser).

3. Die Dimensionen der Teleutosporen der beiden Pilze sind verschieden. (vgl. die Kurven No. 1 für *P. major*, No. 2 für *Crepidis grandiflorae*).

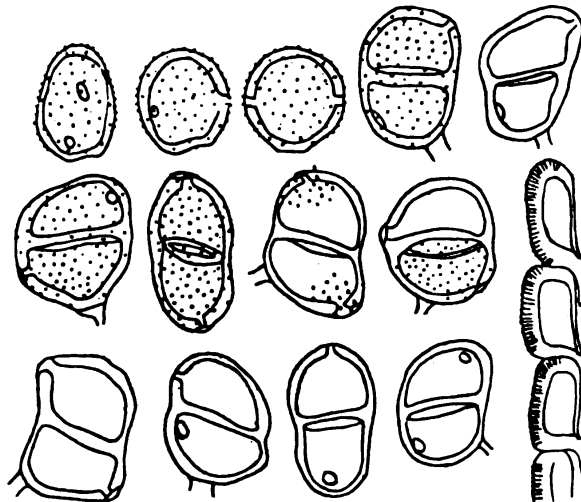


Fig. 2. *Puccinia Crepidis-blattarioides* nov. spec. auf *Crepis blattarioides*. Uredo- und Teleutosporen und radialer Längsschnitt durch die Peridie. Vergr. 540.

#### 4. *Puccinia Crepidis-blattarioides* nov. spec.

Die 4 Nährpflanzen dieser Art stehen einander systematisch insofern nahe, als sie sämtlich zur Sektion *Eucrepis* gehören. Sie differieren dagegen bezüglich der Lebensdauer und Verbreitung. *Crepis blattarioides* und *alpestris* perennieren und bewohnen die montane und subalpine Region der Alpen und des Jura. *C. alpestris* fehlt den Westalpen, *C. blattarioides* den Ostalpen<sup>1)</sup>, *C. virens* und *tectorum* sind 1 bis 2 jährige Bewohner der tieferen Regionen Europas, letztere auch Nordasiens. Wir lassen hier die Diagnose folgen:

Pycnidiis inter aecidia sparsis, melleis, amphigenis, ante aecidia erumpentibus, sphaeroideis (diam. circa  $140\ \mu$ ).

Aecidiis satis vel non confertis in greges rotundos, vel ad nervos et petiolos oblongos dispositis, plerumque hypophyllis, etiam epiphyllis, vel ad caulem, saepius solitariis, maculis flavis vel flavis rubriter circumclusis insidentibus, humilibus, cupuliformibus, margine albo, reflexo, subtiliter laci-

<sup>1)</sup> Nach De Candolles *Prodromus systematis naturalis regni*. Bd. 7.

niato; cellulis non in series regulares dispositis, ab exteriori parte subductis super inferiorem cellulam; membrana exteriori tenui, membrana interiori crassa ( $4-5\ \mu$ ), subtiliter et dense verrucosa. Aecidiosporis globosis, ellipsoideis vel polygono-globosis, membrana tenui, subtiliter verrucosa; substantia sine colore vel aurantiaca  $16-24 = 13-20\ \mu$ .

Soris uredosporiferis amphigenis, minutis, punctiformibus, (diam.  $\frac{1}{2}$  mm.) cinnamomeis, maculis luteolis insidentibus. Uredosporis globosis, ellipsoideis vel polygono-globosis; membrana flavo-brunnea  $2\ \mu$  crassa, subtiliter aculeata: aculeis a se distantibus summum  $2\ \mu$ ; poris germinationis  $2-3$  in medio vel irregulariter dispositis, sine papillis hyalinis.  $19-24 = 17-21\ \mu$ .

Soris teleutosporiferis punctiformibus (diam.  $\frac{1}{2}$  mm) atro-brunneis. diu epidermide tectis, amphigenis, maculis flavis insidentibus. Teleutosporis ellipsoideis, ovoideis vel polygonis, plerumque utrinque rotundatis, rarius ad pedicellum constrictis, in medio leniter vel non constrictis (non amplius  $1\ \mu$ ), brunneis, in apice non incrassatis, subtilissime verrucosis; verrucis difficulter visibilibus, a se distantibus circa  $2\ \mu$ ; papillis nullis aut tenuibus; poris germinationis in omni situ, poro superioris cellulae plerumque in superiore parte cellulae.  $21-35 = 16-26\ \mu$ . pedicello hyalino, brevissimo.

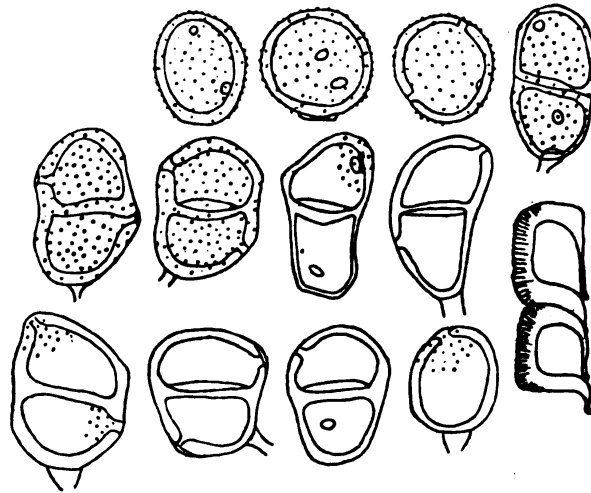


Fig. 3. *Puccinia Crepidis-blattarioidis* nov. f. spec. alpestris. Uredo- und Teleutosporen und radialer Längsdurchschnitt durch die Peridie. Vergr. 540.

##### 5. *Puccinia Crepidis-blattarioidis* nov. f. spec. auf *C. alpestris*.

Die schon früher erwähnte, von H. und P. Sydow beobachtete und beschriebene *Puccinia alpestris* auf *Crepis alpestris* soll sich, nach den Angaben dieser Autoren, von sämtlichen *Crepis-Puccinien* durch die stärker entwickelten Warzen der Teleutosporen unterscheiden. Die Maße der Uredo- und Teleutosporen dieser Form wurden von Sydow wie folgt angegeben. Ich stelle die entsprechenden Zahlen für die von mir in Tarasp gesammelte und zu Kulturversuchen verwendete Form auf *C. alpestris* daneben:

*Puccinia alpestris* Sydow  
Durchmesser der Uredo:  $24\frac{1}{2}-30\ \mu$   
Teleutosporen  $30-40 = 24-30\ \mu$   
„ warzig

Form von Tarasp  
 $20-26 = 16-23\ \mu$   
 $23-35 = 16-25\ \mu$   
feinwarzig

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich nun ohne weiteres die Nicht-identität der beiden Formen. Nun ist mir nachträglich noch durch freundliche Vermittlung des Herrn Prof. Ed. Fischer das Sydowsche Original-



exemplar der infizierten *Crepis alpestris* von Herrn Dr. P. Sydow zur vergleichenden Untersuchung zugestellt worden. Diese hat nun zu einem Resultat geführt, das von demjenigen Sydows beträchtlich abweicht, weshalb ich es hier mitteilen möchte. Vor allem sind die Warzen der Teleutosporen von *Pucc. alpestris* Sydow nicht wesentlich stärker entwickelt als bei der Form von Tarasp, und namentlich nicht deutlicher als diejenigen von *Puccinia Intybi* und *Pucc. praecox*. Man findet auch ab und zu Sporen, deren Skulptur schwach oder nicht zu erkennen ist. Ich halte daher die Angabe Sydows, wonach *Puccinia alpestris* von allen anderen *Crepis*-Puccinien an den grobwarzigen Teleutosporen zu erkennen sei, für irrtümlich. Was sodann die Maße der Uredo- und Teleutosporen anbetrifft, so stimmen meine Zahlen mit den Sydowschen ebenfalls nicht ganz überein. Ich habe nämlich gefunden Uredosporen:  $21-32 = 19-27 \mu$ , Teleutosporen  $26-37 = 20-28 \mu$ .

Die Differenz zwischen *Pucc. alpestris* Sydow und der in unseren Versuchen verwendeten Form von Tarasp liegt also hauptsächlich in den Dimensionen der Uredosporen. Diejenigen der ersten Form sind größer. Ob auch in der Anordnung und Beschaffenheit der Aecidien der beiden Formen Unterschiede bestehen, müssen weitere Beobachtungen lehren. Mir standen von der Tarasper Art nur selbstgezogene Aecidien zur Verfügung. Ich halte es auch nicht für ganz ausgeschlossen, daß auf Grund von Vergleichsmaterial verschiedener Standorte die Identität der beiden Formen nachgewiesen werden könnte. Aber im Hinblick auf die Sydowsche Beschreibung seiner Art und den oben konstatierten Unterschied, müssen die beiden Uredineen auf *Crepis alpestris* wenigstens vorläufig getrennt werden. Nach meinen Beobachtungen stimmt nun die Form von Tarasp morphologisch mit *Pucc. Crepidis-blattarioidis* überein. Da sie nun in unseren beiden mit Teleutosporen unternommenen Kulturversuchen nur je *Crepis alpestris* befiel, so ist sie als nov. f. spec. von *Puccinia Crepidis-blattarioidis* zu bezeichnen.

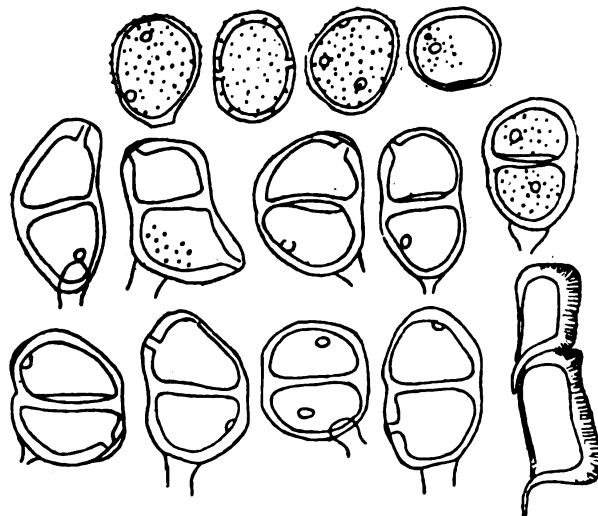


Fig. 4. *Puccinia Crepidis-blattarioidis* nov. f. spec. setosae auf *Crepis setosa*. Uredo- und Teleutosporen und radialer Längsschnitt durch die Peridie. Vergr. 540.

#### 6. *Puccinia Crepidis-blattarioidis* nov. f. spec. setosae.

In der geschichtlichen Einleitung zu dieser Arbeit ist eine Form auf *Crepis setosa* erwähnt, die Sydow zu seiner Sammelart *Puccinia Crepidicola*, deren Aecidien unbekannt sind, zählt. Die Sydowsche Beschreibung paßt ungefähr für die von mir bei Klein-Hü-

ningen gefundene Art, nur besitzt letztere, wie unsere Versuche bewiesen haben, Aecidien. Die Form auf *Crepis setosa* ist also, wie fast alle genauer untersuchten *Crepis*-Puccinien, eine Euform. Morphologisch stimmt sie mit der neu aufgestellten Art auf *Crepis blattarioides* überein. In biologischer Hinsicht dagegen scheint sie streng auf *Crepis setosa* spezialisiert zu sein. Bemerkenswert ist, daß die Bildung von Teleutosporen an dem von mir in der Rheinebene gesammelten Material sehr zurücktrat. Die eingetopften Exemplare trugen noch am 19. Oktober 1909 beinahe keine reinen Teleutosporenhäufchen. Dadurch unterscheidet sich die Form auf *Crepis setosa* von derjenigen auf *C. blattarioides*. Es entsteht daher die Frage, ob es sich hier nicht um eine besondere morphologische Spezies handelt. Indessen haben neuere Untersuchungen von Boris Iwanoff<sup>1)</sup>, Otto Morgenthaler<sup>2)</sup> und G. Gaßner<sup>3)</sup> bewiesen, daß das Vorwiegen oder Zurücktreten der Uredo wesentlich von äußern Einflüssen klimatischer Art und vom Zustand der Nährpflanze abhängt. Eine Abtrennung der Form auf *Crepis setosa* von der Art auf *C. blattarioides* wäre daher nicht gerechtfertigt.

#### 7. *Puccinia Crucheti* nov. spec.

Pycnidii amphigenis, rubris, sphaeroideis, diam. circa 130  $\mu$ ; hyphis usque 23  $\mu$  prominentibus.

Aecidiis satis confertis in greges rotundos aut irregulariter formatos, ad nervos et petiolos oblongos, plerumque hypophyllis, etiam epiphyllis saepius solitariis maculis flavis vel rubris insidentibus, humilibus, cupuliformibus, margine albo, reflexo, subtiliter laciniato, cellulis non in series regulares dispositis, ab exteriori parte subductis super inferiorem cellulam; membrana exteriori tenui, membrana interiori crassa (6  $\mu$ ) subtiliter verrucosa. Aecidiosporis globosis, polygono-globosis vel oblongis, membrana tenui, subtiliter verrucosa; substantia sine colore vel aurantiaca; 16—21 = 13—16  $\mu$  raro usque 23  $\mu$  longis et 20  $\mu$  diam.

Soris uredosporiferis hypophyllis rarius epiphyllis vel ad caulem maculis flavis insidentibus, minutis, punctiformibus, cinnamomeis. Uredosporis globosis, ellipsoideis vel polygono-globosis; membrana dilute brunnea, tenui, non amplius 2  $\mu$  crassa, subtiliter aculeata; aculeis a se distantibus summum 2  $\mu$ ; poris germinationis plerumque duobus in medio dispositis, rarius tribus, sine papillis hyalinis 19—26 = 19—21  $\mu$ .

Soris teleutosporiferis punctiformibus (diam.  $\frac{1}{2}$  mm) atro-brunneis, plerumque hypophyllis, rarius epiphyllis maculis flavis vel ad caulem insidentibus. Teleutosporis ellipsoideis, ovoideis, rarius piroideis, utrinque rotundatis, medio leniter constrictis, brunneis, in apice non incrassatis (2  $\mu$ ), subtilissime verrucosis; verrucis a se distantibus circa 2  $\mu$ ; papillis nullis aut tenuibus; poro superioris cellulae in duabus partibus superioribus cellulae, saepe in vertice, poro inferioris cellulae in omni situ; 21—37 = 16—26  $\mu$ ; pedicello hyalino, brevissimo, caduco.

Nährpflanze: *Crepis succisaefolia*.

<sup>1)</sup> „Untersuchungen über den Einfluß des Standortes auf den Entwicklungsgang und den Peridienbau der Uredineen“. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 18. 1907.)

<sup>2)</sup> „Über die Bedingungen der Teleutosporenbildung bei den Uredineen. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 27. 1910. No. 1/3.)

<sup>3)</sup> „Die Teleutosporenbildung der Getreiderostpilze und ihre Bedingungen“. (Zeitschr. f. Botan. Bd. 7. 1915. S. 64—120.)

Die Wirtspflanze von *Pucc. Crucheti* bewohnt in der Schweiz hauptsächlich den Jura, nur vereinzelt im Unterengadin und Kt. Appenzell die Alpen<sup>1)</sup>; fernere Standorte befinden sich nach De Candolle<sup>2)</sup> in den Ostalpen und in Mitteldeutschland. Der Pilz ist bisher von D. Cruchet am Chasseron und von mir am Chasseral und Weißenstein beobachtet worden.

Morphologisch unterscheidet er sich von der ihm nahestehenden Form auf *Crepis blattarioides*: 1. Durch die etwas größeren Aecidiosporen. 2. Durch die längeren Uredosporen und 3. dadurch, daß der Porus der Scheitelzelle der Teleutosporen häufig an der Spitze liegt. Die kleinen Unterschiede in den Dimensionen der Teleutosporen ergeben sich aus der Vergleichung der Kurven.

### 8. *Puccinia Intybi* (Juel) Sydow.

Auch diese Form hat sich in unsern Versuchen als univor erwiesen. Nach der schon erwähnten Eriksson'schen Theorie wäre diese Eigenschaft in Zusammenhang

zu bringen mit dem vereinzelt Vorkommen der Nährpflanze, die in der Schweiz „nicht häufig, an Triften und Waldrändern“<sup>3)</sup> wächst. Engler und Prantl<sup>4)</sup> nennen als Standorte: Berg- und Gegenden von Europa und Nordasien. Charakteristisch für *Pucc. Intybi* sind die in kleiner Zahl auftretenden Aecidien. In meinen Versuchen entstanden nur je 1 bis 2 Aecidienbecher auf einem Blatt; dagegen habe ich auf

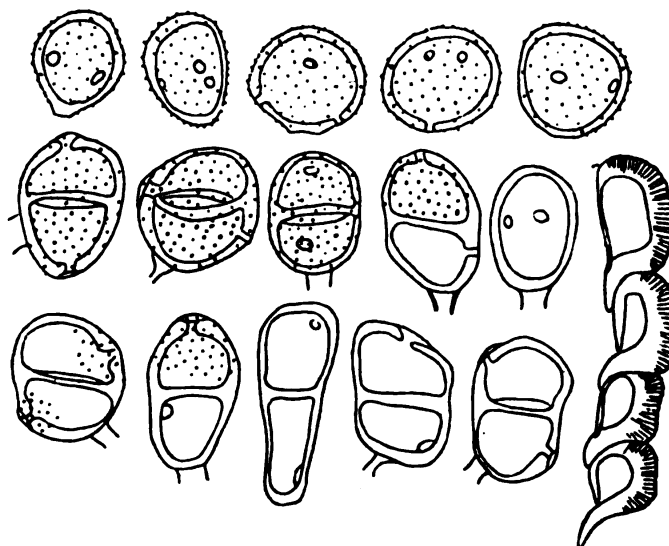


Fig. 5. *Puccinia Crucheti* nov. spec. auf *Crepis succisaefolia*. Uredo- und Teleutosporen und radialer Längsschnitt durch die Peridie. Vergr. 540.

infizierten Blättern von *Crepis praemorsa*, die am 3. Juni 1906 an der Paßwangstraße ob Mümliswil gesammelt worden waren, Gruppen von mehr als 20 Aecidien gefunden, allerdings nur vereinzelt. Pykniden scheinen diesem Pilz häufig zu fehlen. Ich habe solche ein einzigesmal in einem Kulturversuch beobachtet. Das auf Querschnitten untersuchte Material vom Paßwang enthielt ebenfalls keine Pykniden.

### 9. *Puccinia Crepidis-aureae* Sydow.

In den Versuchen mit dieser auf *Crepis aurea* spezialisierten Art fällt vor allem der späte Erfolg der Teleutosporeninfektion auf. Die

<sup>1)</sup> Nach Schinz und Keller, l. c.

<sup>2)</sup> l. c.

<sup>3)</sup> Schinz und Keller, S. 545.

<sup>4)</sup> Natürliche Pflanzenfamilien.

Pykniden erschienen erst 27 Tage nach dem Auftragen der Sporen. Es ist aber anzunehmen, daß die Infektion erst im Mai durch die Teleutosporen der aufgelegten Blatteilchen erfolgte. In bezug auf die Morphologie dieser Art bemerke ich, daß Sydow<sup>1)</sup> für die Dimensionen der Teleutosporen die Maße: 24—32 = 18—24  $\mu$  gefunden hatte. Meine 150 Messungen ergaben die Zahlen: 24—40 = 18—30  $\mu$  (vgl. die Kurven).

10. *Puccinia Crepidis* Schröter nov. f. spec. foetidæ.

Diese Uredinee wurde bisher zu den Hemiformen gezählt. Ich habe nun viermal, am 8. August 1906 beim Bahnhof Schönenwerd, am 23. Oktober 1907 und 9. Mai 1909 in Brugg und am 10. Oktober 1909 bei Klein-

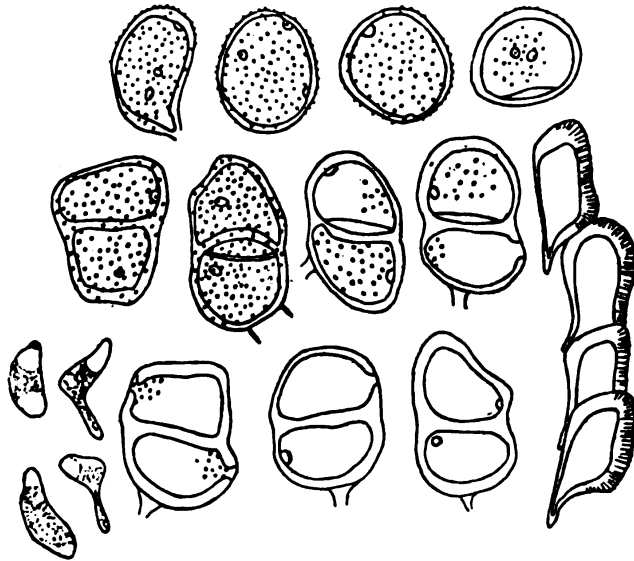


Fig. 6. *Puccinia Crepidis* nov. f. spec. foetidæ auf *Crepis foetida*. Basidio-, Uredo- und Teleutosporen und radialer Längsschnitt durch die Peridie. Vergr. 540.

Hünigen neben den anderen Sporenformen auch Aecidien auf *Crepis foetida* gefunden. Die Peridienzellen dieser letzteren waren auf der Innenwand verdickt, eine Eigenschaft, die auf die Zugehörigkeit dieser Form zum Typus der *Puccinia Hieracii* hinwies. Das Vorkommen von Aecidien in vorgerückter Jahreszeit ließ eine Wiederholung dieser Generation vermuten. Durch Kulturversuche im Jahre 1909 ist es mir nun gelungen, den Entwicklungsgang dieser Art aufzuklären. Es handelt sich hier um eine Euform mit

sofort keimfähigen Teleutosporen. Beweisend ist da vor allem der Kulturversuch vom 28. August 1909, bei welchem auf *C. foetida* Pykniden entstanden. Ebenso sind die Aecidien auf *C. foetida* in Versuchsreihe III zweifellos auf die Infektion der Nährpflanze durch inzwischen gebildete Teleutosporen zurückzuführen. Wie ich an dem Material von Hünigen und wiederholt an demjenigen von Brugg beobachten konnte, bilden sich nur ausnahmsweise reine Teleutosporenhäufchen, in der Regel sind sie mit Uredo vermischt. Durch Versuche habe ich festgestellt, daß die Samen von *Crepis foetida* ohne Winterruhe keimen können. Daher ist es begreiflich, daß man an klimatisch begünstigten Stellen noch im Spätherbst junge, mit Aecidien befallene *Crepis foetida* findet. Die infizierten Blätter solcher Pflanzen sind ähnlich deformiert wie diejenigen der Aecidiennährpflanze von *Puccinia Crepidis* Schröter. Ob das Aecidiennmycel der Form auf *C. foetida* ebenfalls die ganze Pflanze durch-

<sup>1)</sup> l. c.

zieht, wie dasjenige von *Puccinia Crepidis* habe ich nicht feststellen können, da die von mir gefundenen, mit deformierenden Aecidien befallenen *C. foetida* immer junge stengellose Exemplare waren.

Die morphologische Untersuchung des Pilzes ergab Übereinstimmung mit *Puccinia Crepidis* Schröter auf *Crepis tectorum*; auch der Entwicklungsgang der Formen ist identisch. Dagegen weichen sie biologisch voneinander ab. In unseren Versuchen ließ sich die Form auf *C. foetida* nie auf eine andere der verwendeten *Crepis*-Arten übertragen. Sie muß daher als *Puccinia Crepidis* nov. f. spec. *foetidae* bezeichnet werden.

#### 11. *Puccinia crepidicola* Sydow auf *Crepis taraxacifolia*.

Viel seltener als bei sämtlichen übrigen Arten dürfte es bei der Form auf *Crepis taraxacifolia* zur Bildung von Teleutosporen kommen. Ich habe solche auf zahlreichen Exkursionen in den Jahren 1905—1910 nur ein einziges Mal und ganz vereinzelt gefunden; dagegen sprechen meine Beobachtungen für Uredosporenüberwinterung: Am 21. Juli 1905 fand ich in der Nähe des botanischen Gartens in Bern zahlreiche dürre, abgestorbene *Crepis taraxacifolia* ausschließlich mit *Uredo* infiziert. Ganz dieselbe Beobachtung konnte ich am 4. Juli 1906 bei Buttwil (Lindenberg b. 600 m), ferner am 27. September und 23. Oktober 1907 in der Nähe des Bahnhofs Wohlen (Aargau) machen. Andererseits trifft man gelegentlich *C. taraxacifolia* schon zu Beginn des Frühjahrs mit *Uredo* infiziert. Letztere befinden sich dann gewöhnlich auf den grundständigen Blättern, mit welchen die Pflanzen überwintern. Ich habe ein solches Exemplar am 27. März 1906 oberhalb Buttwil auf dem Lindenberg (Aargau) bei 700 m und ein zweites Anfang April desselben Jahres an der Straße zwischen Bremgarten und Reichenbach (b. Bern) gefunden. Beide trugen ausschließlich *Uredo*, keine Spur von Pykniden oder Aecidien. Auch in meinen 7 Infektionsversuchen mit diesem Pilz bildeten sich, eine einzige Ausnahme abgerechnet, immer wieder nur *Uredo*. Jener Fall betraf *C. taraxacifolia* von Versuchsreihe II, auf welcher bis zum 25. Juli 1905 eine Anzahl Teleutosporenlager entstanden waren. Ob bei diesem Vorgang außerordentliche Temperatureinflüsse, vielleicht die excessive Hitze, der die Nährpflanze im Gewächshaus zu jener Zeit ausgesetzt war, eine Rolle gespielt haben, muß vorläufig dahingestellt bleiben. Jedenfalls können alle diese Beobachtungen im Freien und in den Kulturen schwerlich anders, als durch die Annahme einer Überwinterung des Pilzes mittelst Uredosporen erklärt werden. Den experimentellen Nachweis hierfür habe ich im Frühjahr 1910 durch Versuch VII erbracht.

In meinen Infektionsversuchen im Sommer 1906 und 1907 ging die Form auf *C. taraxacifolia* ungefähr gleich stark wie auf ihre Hauptnährpflanze auf *C. setosa*, etwas schwächer auf *C. tectorum* und nur gelegentlich und schwach auf *C. virens* über. Dieser Pilz ist die einzige bisher in der Schweiz bekannte *Crepis*-Puccinia, die als *Uredo* überwintert und von der Aecidien nicht nachgewiesen sind. Ich setze dabei allerdings voraus, daß *Crepis biennis* nur irrtümlich als Nährpflanze der Sydowschen Sammelspecies *Puccinia Crepidicola* bezeichnet worden ist, eine Annahme, die, abgesehen von eigenen Beobach-

tungen, auch durch den Umstand gerechtfertigt wird, daß P. und H. Sydow in ihrem großen Werk<sup>1)</sup> diese *Crepis*-Art als Nährpflanze der *Puccinia Crepidicola* weggelassen haben.

Über die Morphologie des Pilzes nur folgendes: Seine Uredosporen stimmen ziemlich genau mit denen auf *C. foetida* überein. Länge 19—30  $\mu$ , Breite 17—22  $\mu$ . Dagegen unterscheiden sich die Teleutosporen (erhalten in Versuch II) durch die dunklere und dickere (4  $\mu$ ) Membran und ihre Breite: 25—30  $\mu$  von der aller übrigen *Crepis*-Puccinien.

## 12. *Puccinia Crepidis-montanae* P. Magnus.

Der im Sommer 1909 mit diesem Pilz unternommene Kulturversuch auf 14 *Crepis*-Arten (eine war vorzeitig abgestorben) ergab bloß auf *C. montana* ein positives Resultat. Schon in den Jahren 1905 bis 1907 hatte ich mit dieser Uredinee 4 Versuche durchgeführt, bei denen aber, wie schon erwähnt, *Crepis montana* jeweilen vor Beendigung der Inkubationszeit einging. Indessen verdient erwähnt zu werden, daß die übrigen verwendeten C-Arten niemals eine Spur von Infektion zeigten. Neben den im Sommer 1909 zum Kulturversuch verwendeten *Crepis* wurden früher mit Sporen bestäubt: *Crepis multicaulis*, *praemorsa*, *alpina*, *foetida* und *grandiflora*. Nach unseren Kulturversuchen ist es daher wahrscheinlich, daß *Pucc. Crepidis-montanae* unter den genannten C-Arten nur *Crepis montana* zu infizieren vermag.

Aus der mikroskopischen Untersuchung der *Pucc. Crepidis-montanae* nach Material von St. Antönien geht hervor, daß diese Art und *Pucc. major* die längsten Teleutosporen unter allen untersuchten *Crepis*-Puccinien haben. Von *Puccinia major* unterscheidet sich die Form auf *C. montana* namentlich durch die stärker entwickelten Papillen der Teleutosporen.

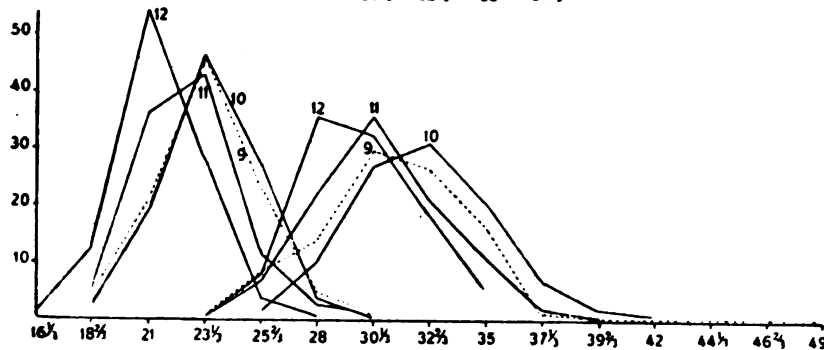
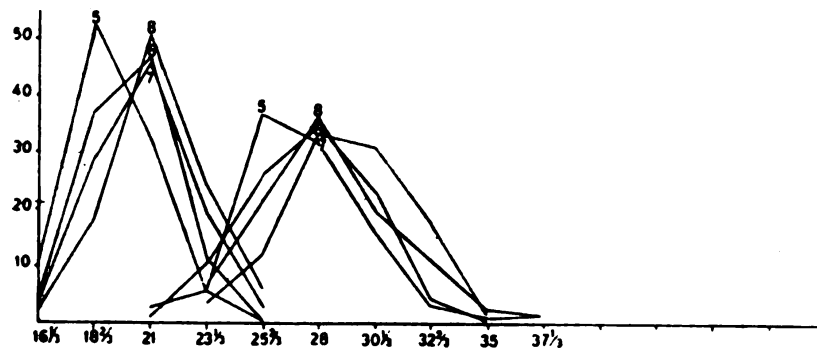
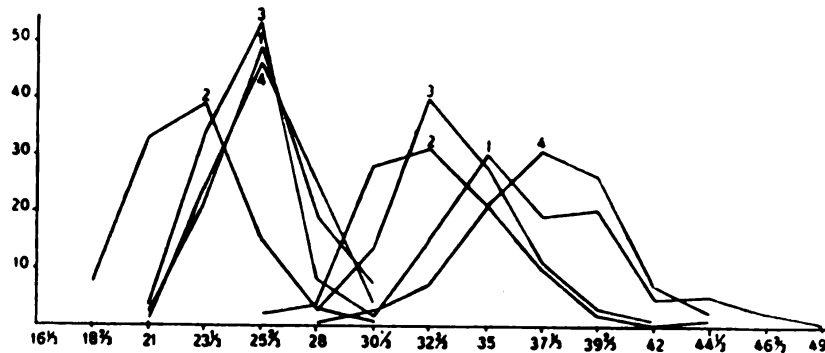
## 13. *Puccinia Crepidis Schröter* auf *Crepis tectorum*.

Dieser Pilz ist bis jetzt m. W. aus unserem Lande nicht bekannt gewesen. Ed. Fischer gibt zwar in seinen „Uredineen der Schweiz“ S. 208 als Standort den Rüttenenwald (Safien, Graubünden) an, wo Dr. Volkart ein Uredo auf *Crepis virens* gefunden hat. Allein, abgesehen davon, daß verschiedene *Crepis*-Puccinien auf *C. virens* übergehen und die Uredoform zur genauen Bestimmung der Art nicht genügt, haben meine Kulturversuche bewiesen, daß *Puccinia Crepidis Crepis virens* nicht infiziert.

In bezug auf den Entwicklungsgang und die morphologischen Verhältnisse stimmt der Pilz mit der Form auf *C. foetida* überein. Wie die Samen dieser Art, sind auch diejenigen von *C. tectorum* sofort keimfähig. Dasselbe gilt von den Teleutosporen des Pilzes. Daher können, wie bei der Form auf *C. foetida*, unter günstigen Witterungsverhältnissen jederzeit junge Keimpflanzen infiziert werden (vgl. S. 427). In diesem Fall entsteht dann das für *Pucc. Crepidis* charakteristische perennierende Aecidienmycel, das die ganze Pflanze durchzieht und deformiert. Die Form auf *C. foetida* vermag, auch ältere Pflanzen durch Basidiosporen zu infizieren.

<sup>1)</sup> Monographia Uredinearum usw. Vol. I.

Ob das für Pucc. Crepidis auf *C. tectorum* ebenfalls zutrifft; konnte ich weder durch Beobachtungen im Freien, noch durch Kulturversuche sicher feststellen.



Kurve I.

Zum Schluß noch zwei Bemerkungen: Die oben erwähnte, vom Aecidienmycel durchzogene Pflanze, die ich bei Ardetz fand und zu Hause eintopfte, trug Blüten und es bildete sich auch eine Anzahl Samen. Ich habe letztere im folgenden Frühjahr ausgepflanzt in der Erwartung, das Mycel des Pilzes in den jungen Pflanzen wieder zu finden. Indessen zeigte sich keine Spur von Deformation bei diesen Pflanzen und ebenso wenig Pykniden oder Aecidien. Das in der alten Pflanze perennierende Mycel war also nicht bis in die Samenanlagen vorgedrungen.

Zweitens untersuchte ich Querschnitte aecidientragender und solche gesunder *Crepis tectorum*-Blätter. Erstere sind viel dicker. Ich

maß bei einem befallenen Blatt 525  $\mu$  gegen 225  $\mu$  an einem gesunden. Ferner sind die Palisadenzellen bei ersterem Blatt viel kürzer, schwammparenchymartig<sup>1)</sup>).

Die vorstehenden Kurven sind auf Grund von je 150 Breiten- und Längenmessungen an Teleutosporen konstruiert. Die Zahlen auf der Abszissenaxe bedeuten Breite (links) und Länge (rechts) der Sporen in Mikromillimetern. Die Ordinaten stellen die Zahl der Sporen der entsprechenden Dimensionen in Prozenten berechnet dar. Die einzelnen Arten sind wie folgt bezeichnet:

- |      |                 |                               |  |
|------|-----------------|-------------------------------|--|
| 1 =  | <i>Puccinia</i> | <i>major</i>                  | Dietel auf <i>Crepis paludosa</i> .                          |
| 2 =  | „               | <i>Crepidis-grandiflorae</i>  | nov. spec. auf <i>Crepis grandiflora</i> .                   |
| 3 =  | „               | <i>praecox</i>                | Bubák auf <i>Crepis biennis</i> .                            |
| 4 =  | „               | <i>Crepidis-montanae</i>      | P. Magnus auf <i>Crepis montana</i> .                        |
| 5 =  | „               | <i>Crucheti</i>               | nov. spec. auf <i>Crepis succisaefolia</i> .                 |
| 6 =  | „               | <i>Crepidis-blattarioidis</i> | nov. spec. auf <i>Crepis blattarioides</i> .                 |
| 7 =  | „               | <i>Crepidis-blattarioidis</i> | nov. f. spec. <i>alpestris</i> auf <i>Crepis alpestris</i> . |
| 8 =  | „               | <i>Crepidis-blattarioidis</i> | nov. f. spec. <i>setosae</i> auf <i>Crepis setosa</i> .      |
| 9 =  | „               | <i>Crepidis Schröter</i>      | nov. f. spec. <i>foetidae</i> auf <i>Crepis foetida</i> .    |
| 10 = | „               | <i>Crepidis Schröter</i>      | auf <i>Crepis tectorum</i> .                                 |
| 11 = | „               | <i>Crepidis-aureae</i>        | Sydow auf <i>Crepis aurea</i> .                              |
| 12 = | „               | <i>Intybi</i> (Iuel)          | Sydow auf <i>Crepis praemorsa</i> .                          |

## II. *Centaurea*-Puccinien.

### Allgemeines und Geschichtliches.

Gleichzeitig mit den Versuchen an *Crepis*-Puccinien begann ich diejenigen mit *Puccinia Centaureae* D.C. Die ersten Infektionsversuche, welche über die Spezialisierung dieser Brachyform einiges Licht verbreiteten, rühren von E. Jacky<sup>2)</sup> her. Er brachte überwinterte Teleutosporen, von *Cent. Jacea* stammend, auf 4 Exemplare dieser Art, ferner auf *Centaurea Scabiosa*, *montana*, *Cyanus*, *nervosa*, *alpina*, *atropurpurea*, *Crocodylium* und *solstitialis*. Ein Erfolg der Infektion zeigte sich bloß auf *Cent. Jacea*. Ebenso experimentierte Jacky mit Teleutosporen auf *Cent. nervosa* und den genannten *Centaurea*-Arten. Auch diese Form entwickelte sich bloß auf ihrer Hauptnährpflanze. Gestützt auf die Ergebnisse dieser Infektionsversuche sind von Jacky 2 formae speciales der *P. Centaureae* unterschieden worden: 1. f. spec. *Jaceae* auf *Cent. Jacea* und 2. f. spec. *Nervosae* auf *Cent. nervosa*. In seiner neuesten Arbeit erwähnt Jacky<sup>3)</sup> einen Versuch mit Uredosporen von *Cent. Scabiosa*, die er im Juli 1903 auf mehrere Sämlinge von *Cent.*

<sup>1)</sup> Vgl. Stämpfli, Ruth, Untersuchungen über die Deformationen, welche bei einigen Pflanzen durch Uredineen hervorgerufen werden. [Inaug.-Dissert.] (Hedwigia. XLIX. 1909.)

<sup>2)</sup> Die Kompositen bewohnenden Puccinien vom Typus der *Puccinia Hieracii* und deren Spezialisierung. (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 9. 1899. S. 193. 263, 330 ff.)

<sup>3)</sup> Beitrag zur Kenntnis der Rostpilze. II. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 18. 1907. S. 78 ff.)



*Scabiosa* und *Jacea* brachte. Die Infektion hatte bloß auf *C. Scabiosa* Erfolg, während die *Cent. Jacea*-Sämlinge dauernd pilzfrei blieben. In bezug auf die Morphologie des Pilzes wies Jacky in der ersten Arbeit das Vorhandensein zweier Formen oder Typen nach, die sich hauptsächlich in der Zahl und Stellung der Uredokeimporen unterscheiden. Als Typus A bezeichnet er die Form, deren Uredosporen 2 dem Scheitel genäherte Keimporen aufweisen, als Typus B diejenige Form, deren Uredosporen 3 auf halber Höhe liegende Keimporen besitzen. Diese beiden Typen gehen nun nach Jacky mit den *formae speciales* nicht parallel, indem beide sowohl auf *Centaurea Jacea* als auch auf *Cent. nervosa* auftreten<sup>1)</sup>. Auf *Centaurea Scabiosa* dagegen beobachtete er nur Typus B. Nach P. Magnus<sup>2)</sup> sind die beiden Typen als selbstständige Arten auseinander zu halten. Er bezeichnet Typus A als *Puccinia Jaceae* Otth, Typus B als *Puccinia Centaureae* D.C. In seinen kritischen Bemerkungen betont Jacky, daß „diese Gruppe (*Centaurea-Puccinien*) eine der schwierigsten bei der systematischen Bearbeitung war“, und daß sie „auch jetzt noch den Stempel des Lückenhaften in unverkennbarer Weise an sich trägt“. Ich habe nun versucht, Jackys Untersuchungen nach zwei Richtungen zu ergänzen, 1. biologisch durch Kulturversuche mit den Formen auf 7 weiteren schweizerischen *Centaurea*-Arten und durch Ausdehnung der Versuche Jackys auf einen größeren Kreis von Versuchspflanzen und 2. durch die morphologische Untersuchung des gesamten Infektionsmaterials.

Um im Folgenden die Autornamen und die Herkunft der Nährpflanzen nicht beständig wiederholen zu müssen, seien sie hier ein für alle Mal mitgeteilt:

<i>Centaurea Jacea</i> L.	Samen von der Schweizerischen Samenuntersuchungs-Anstalt in Zürich und selbst gesammelte von Muri (Aargau).
„ <i>Jacea</i> var. <i>longifolia</i> Schulz-Bip.	Samen von Goldau.
„ <i>Scabiosa</i> L.	Samen von der S. S.-A. in Zürich und von Bettwil b. Muri, selbst gesammelt.
„ <i>Cyanus</i> L.	Samen vom botan. Garten in Hamburg und selbst gesammelte von Muri.
„ <i>montana</i> L.	vom Rigi und Paßwang (Jura), selbst gesammelt.
„ <i>nigra</i> = <i>C. nemoralis</i> Jord.	Samen von Richenthal (Luzern), selbst gesammelt.
„ <i>nervosa</i> Willd. = <i>C. plumosa</i> (Lam) Kern. = <i>C. uniflora</i> .	Samen von der S. S.-A. in Zürich.
„ <i>rhenana</i> Bor. = <i>Ssp. rhenana</i> (Boreau) Schinz und Thell.	von <i>Cent. Stoebe</i> L. Samen von Klein-Hüningen b. Basel, selbst gesammelt.
„ <i>vallesiaca</i> (DC.) Jord. = <i>Ssp. maculosa</i> var. <i>vallesiaca</i> (DC.) Gugler	der <i>Cent. Stoebe</i> L. Samen von Sitten (Wallis), selbst gesammelt.
„ <i>maculosa</i> Lam. = <i>Ssp. maculosa</i> Schinz u. Thell.	von <i>Cent. Stoebe</i> L. Samen von Schuls (Engadin), selbst gesammelt.
„ <i>transalpina</i> Schl. = <i>C. dubia</i> Suter.	Samen von Locarno, selbst gesammelt.
„ <i>alba</i> L. = <i>C. leucolepis</i> DC.	Samen von Locarno, selbst gesammelt.
„ <i>phrygia</i> L.	Samen vom botan. Garten in Hamburg.
„ <i>solstitialis</i> L.	Samen vom botan. Garten in Karlsruhe.

<sup>1)</sup> Vgl. Fischer, Ed., *Uredineen der Schweiz*. S. 223 u. 224.

<sup>2)</sup> Über die richtige Benennung einiger Uredineen, nebst historischer Mitteilung über Heinrich v. Martius *Prodromus florae mosquensis*. (Österr. bot. Zeitschr. 1902. No. 11ff.)

- Centaurea melitensis* L. Samen von den botanischen Gärten in Montpellier und München.
- „ *axillaris* Willd. = *C. variegata* Lam. vom botan. Garten in Hamburg und selbst gesammelte aus dem Tessin.
- „ *calcitrapa* L. Samen vom botan. Garten in München.
- „ *rupestris* L. Samen vom botan. Garten in Prag.
- „ *dealbata* Willd. Samen vom botan. Garten in Hamburg.
- „ *austriaca* Willd. Samen vom botan. Garten in Montpellier.
- „ *diffusa* Lam. Samen von Grandson leg. D. Cruchet.
- „ *Sadleriana* Janke. Samen von Grandson leg. D. Cruchet.
- „ *nigrescens* Willd. Samen von den botan. Gärten in Hamburg und Göttingen.
- „ *aspera* L. Samen von den botan. Gärten in Lyon und Montpellier.
- „ *salonitana* Vis. Samen vom botan. Garten in Budapest.
- „ *spinulosa* Roehel. Samen vom botan. Garten in Budapest.
- „ *subjacea* G. Beck. Samen vom botan. Garten in Prag.
- „ *calocephala* L. Samen vom botan. Garten in Paris.
- „ *amara* L. Samen vom botan. Garten in Paris.

Von diesen Spezies erwiesen sich die 17 ersten also bis und mit *Cent. maculosa* sowie *C. diffusa* und *C. Sadleriana* als richtig bestimmt. Für die übrigen fehlte mir Vergleichsmaterial.

### Spezieller Teil.

#### I. Kulturversuche.

##### A. Mit Infektionsmaterial von *Centaurea vallesiacae*.

##### Versuchsreihe I.

Am 1. Oktober 1904 sammelte ich am Fuße des Hügels Tourbillon in Sitten infizierte Blätter und Stengel von *Centaurea vallesiacae* mit zahlreichen Teleutosporen. Diese wurden in einem Gazesäckchen im Freien überwintert und am 3. Juni 1905 nach mehrstündiger Aufweichung im Wasser auf folgende Pflanzen verteilt: (Sämtlich Sämlinge).

I 1. <i>Centaurea vallesiacae</i>	I 8. <i>Centaurea rupestris</i>
2. „ <i>Jacea</i>	9. „ <i>nigra</i>
3. „ <i>Scabiosa</i>	10. „ <i>phrygia</i>
4. „ <i>Cyanus</i>	11. „ <i>subjacea</i>
5. „ <i>calcitrapa</i>	12. „ <i>amara</i>
6. „ <i>axillaris</i>	13. „ <i>calocephala</i>
7. „ <i>solstitialis</i>	

Kontrolle: 16. Juni: Auf einem Blatt von *Centaurea vallesiacae* einige weißgelbe Flecken. 17. Juni: Fleckenbildung auf mehreren Blättern. 20. Juni: Auf mehreren Blättern von *C. vallesiacae* hellhoniggelbe Pykniden, Spuren von solchen auf *C. Cyanus*. 22. Juni: Auf *C. vallesiacae* beginnt die Uredobildung. *C. Cyanus* trägt 2 Lager. Die Pflanze ist schwächlich, der Stengel etwas verkrümmt, sie geht bald ein. Die übrigen Pflanzen erweisen sich als gesund und bleiben es auch bei späteren bis zum 6. Juli fortgesetzten Kontrollen.

##### Versuchsreihe II.

Wurde eingeleitet am 11. Juli 1905 mit Uredo von der oben erwähnten Fundstelle: (Sämtliche Pflanzen, mit Ausnahme von 3, sind Sämlinge).

II 1. <i>Centaurea vallesiaca</i>	II 10. <i>Cent. solstitialis</i>
2. „ <i>Jacea</i>	11. „ <i>rupestris</i>
3. „ <i>Jacea</i>	12. „ <i>nigra</i>
4. „ <i>subjacea</i>	13. „ <i>nigrescens</i>
5. „ <i>Scabiosa</i>	14. „ <i>transalpina</i>
6. „ <i>Cyanus</i>	15. „ <i>phrygia</i>
7. „ <i>axillaris</i>	16. „ <i>nervosa</i>
8. „ <i>calcitrapa</i>	17. „ <i>amara</i>
9. „ <i>Cyanus</i>	18. „ <i>calocephala</i>

Am 26. Juli ist *C. vallesiaca* auf mehreren Blättern stark befallen, die beiden *C. Cyanus* sehr schwach, nur je ein Lager auf sehr großen Pflanzen; die übrigen Versuchspflanzen bleiben dauernd gesund.

### Versuchsreihe III.

Das Infektionsmaterial stammte abermals von Tourbillon. Es waren Teleutosporen, die in einem mit Gaze bedeckten Kistchen überwintert worden waren. Mittelst des Verstäubers brachte ich sie am 1. Juni 1907 auf folgende Arten:

III 1. <i>Centaurea vallesiaca</i>	III 8. <i>Cent. nigra</i>
2. „ <i>Cyanus</i>	9. „ <i>melitensis</i>
3. „ <i>montana</i>	10. „ <i>austriaca</i>
4. „ <i>rhenana</i>	10. „ <i>spinulosa</i>
5. „ <i>maculosa</i>	12. „ <i>aspera</i>
6. „ <i>alba</i>	13. „ <i>salonitana</i>
7. „ <i>transalpina</i>	

Sämtlich Sämlinge, mit Ausnahme von 3 und 8, die überwintert worden waren. Kontrolle: Schon am 3. Juni war die Mehrzahl der auf den Objektträger gebrachten Sporen gekeimt. 15. Juni: *C. salonitana* abgestorben. Auf je einem Blattstiel von *C. vallesiaca* und *rhenana* erscheinen weiß-gelbe Flecken. 20. Juni: Am verkrümmten Blattstiel sowie auf einem Teilblättchen von *C. vallesiaca* je eine wenigzählige Pyknidengruppe. Ebenso in gleicher Verteilung auf *C. rhenana* und einem Blatt von *C. alba*. 21. Juni: An dem infizierten Blattstiel von *C. vallesiaca* zeigt sich ein strichförmiges Uredolager. *C. rhenana* und *alba* sind unverändert. Der Stengel von *C. Cyanus* ist verkrümmt. In der Folge traten auf *C. vallesiaca* und *rhenana* noch wiederholt neue Pykniden auf, auch mehrten sich die Uredo auf *C. alba*; *C. Cyanus* veränderte sich nicht weiter, brachte es also in diesem Versuch nicht zur Sporenbildung. Die übrigen Arten blieben pilzfrei, ebenso auch bei allen 3 Versuchen die Kontrollpflanzen.

Resultat der Versuchsreihen I—III: Die Form auf *Cent. vallesiaca* infiziert außer dieser Nährpflanze *Cent. rhenana*, *Cent. alba* und schwach *Cent. Cyanus*.

### B. Mit Infektionsmaterial von *Centaurea rhenana*.

#### Versuchsreihe IV.

Am 16. Oktober 1906 sammelte ich am Rheinufer unterhalb Klein-Hüningen (Großherzgt. Baden) infizierte Exemplare von *Cent. rhenana*. Die mit Teleutosporen versehenen Blätter und Stengel wurden, wie diejenigen von Versuch III, im Freien überwintert und von Ende März 1906 an im Zimmer aufbewahrt. Am 17. Mai brachte ich die Sporen, nachdem sie 12 Stunden im Wasser gelegen hatten, auf:

IV 1. <i>Centaurea rhenana</i> (überwintert)	IV 10. <i>Cent. solstitialis</i>
2. „ <i>rhenana</i>	11. „ <i>transalpina</i> (überwintert)
3. „ <i>Jacea</i>	12. „ <i>phrygia</i>
4. „ <i>Scabiosa</i>	13. „ <i>melitensis</i>
5. „ <i>vallesiaca</i>	14. „ <i>axillaris</i>
6. „ <i>Cyanus</i>	15. „ <i>calcitrapa</i> (überwintert)
7. „ <i>nigra</i> (überwintert)	16. „ <i>austriaca</i>
8. „ <i>nervosa</i>	17. „ <i>salonitana</i>
9. „ <i>nigrescens</i>	18. „ <i>aspera</i>

Kontrolle: Am 2. Juni zeigten sich auf mehreren Blättern von *C. rhenana* 1 und 2 hellgelb verfärbte Blattstellen. 5. Juni: Auf *C. rhenana* 2 blattunterseits einige honiggelbe Pykniden. 7. Juni: *C. rhenana* 1 an einem Blatt oberseits Pykniden, ebensolche unterseits und 2 strichförmige Uredolager. In den folgenden Tagen nahm die Pykniden- und Uredobildung auf *C. rhenana* 1 sehr rasch zu, weniger diejenige auf 2. Abgestorben waren *C. vallesiaca*, *Cyanus* und *solstitialis*. Die übrigen Pflanzen blieben gesund.

#### Versuchsreihe V.

Die Infektion geschah ebenfalls mit überwinterten Teleutosporen von Klein-Hünigen. Die Reihe wurde am 29. Mai 1907 eingeleitet:

V 1. <i>Centaurea rhenana</i>	V 6. <i>Cent. scabiosa</i>
2. „ <i>rhenana</i>	7. „ <i>transalpina</i>
3. „ <i>vallesiaca</i>	8. „ <i>alba</i>
4. „ <i>Cyanus</i>	9. „ <i>nervosa</i>
5. „ <i>montana</i> (überwintert)	10. „ <i>solstitialis</i>

Kontrolle: Die Keimung der Sporen auf dem Objektträger erfolgte nur vereinzelt. 8. Juni: *Cent. Cyanus* und *vallesiaca* abgestorben. Juni 11: Fleckenbildung an je einem Blattstiel von 1 und 2 und einem Blatt von 2. 17. Juni: *Cent. rhenana* 1 an einem Blattstiel und 2 Blättern oberseits wenigzählige Pyknidengruppen. *Cent. rhenana* 2 an vier Blattstielen und Blättern blattober- und unterseits Pykniden in kleinen Gruppen. Strichförmige Uredolager an 2 Blattstielen. *Cent. alba* auf einem Blatt oberseits eine größere Zahl kleiner weiß-gelber Flecken, ebenso eine verfärbte Stelle auf einem Blatt von *Cent. solstitialis*. 24. Juni: Auf 2 Blättern von *Cent. rhenana* 1 ober- und unterseits mehrere Uredolager, ebenso an zwei Stellen eines Blattstiels. Auf mehreren Blättern und Blattstielen von *Cent. rhenana* 2 zusammen 8 Uredolager, ferner zahlreiche Pykniden. Die erwähnten Verfärbungen von *Cent. alba* zeigen sich auf einem 2. Blatt. 27. Juni: Auf *Cent. alba* blattoberseits eine Pyknide. Zur Uredobildung kam es auf dieser Pflanze, wie wiederholte spätere Revisionen bewiesen, nicht. Die nicht erwähnten Versuchs- und sämtliche Kontrollpflanzen waren gesund geblieben. Eine weitere Infektion mit *Uredo* blieb erfolglos.

Die Form auf *Cent. rhenana* befällt also außer ihrer Hauptnährpflanze schwach *Cent. alba*.

#### B<sub>1</sub>. Mit Infektionsmaterial von *Centaurea maculosa*.

*Centaurea maculosa* und die unter B genannte *Cent. rhenana* wurden früher<sup>1)</sup> unter dem Namen der erstern zusammengefaßt, später von Schinz und Keller<sup>2)</sup> unter den eben erwähnten Bezeichnungen auseinander gehalten und neuerdings<sup>3)</sup> wieder als Subspezies derselben Art *Cent. Stoebe* L. betrachtet. Im Herbst 1910 sammelte ich bei

<sup>1)</sup> In Gremlis Exkursionsflora für die Schweiz. 7. Aufl. S. 248.

<sup>2)</sup> Flora der Schweiz. 2. Aufl. T. 1. p. 534.

<sup>3)</sup> Flora der Schweiz. 3. Aufl. T. 2. Kritische Flora. 1914. S. 353.

Remüs (Unterengadin) mit Teleutosporen und vereinzelt Uredo befallene *Centaurea maculosa*. Nach der Überwinterung im Freien wurden die Sporen am 24. April 1911 auf folgende Pflanzen verstäubt:

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| 1. <i>Centaurea maculosa</i> (Sämling 11)   | 7. <i>Cent. nigra</i> (überwintert) |
| 2. „ <i>vallesiaca</i> „                    | 8. „ <i>transalpina</i> „           |
| 3. „ <i>Cyanus</i> „                        | 9. „ <i>nigrescens</i> „            |
| 4. „ <i>Jacea angustifolia</i> (Sämling 11) | 10. „ <i>montana</i> „              |
| 5. „ <i>Jacea</i> (überwintert)             | 11. „ <i>axillaris</i> „            |
| 6. „ <i>melitensis</i> (Sämling 11)         | 12. „ <i>solstitialis</i> „         |

Kontrolle: Am 25. April sind die meisten Teleutosporen in der „feuchten Kammer“ gekeimt und viele Basidiosporen abgeworfen. 8. Mai: Auf fast allen Blättern von *Cent. maculosa* Pyknidengruppen. 13. Mai: Einige Pykniden auf *Cent. vallesiaca*. Die Uredoinfektion von *Cent. maculosa* ist äußerst stark, Pykniden auch auf den Keimblättern. 14. Mai: Auf 2 Blättern von *Cent. axillaris* Pyknidengruppen. 22. Mai: *Cent. axillaris* ist mit mehreren Uredolagern auf beiden Blattseiten infiziert, ebenso *Cent. vallesiaca*. Auf *Cent. Cyanus* zeigen sich Verfärbungen, es trat aber in der Folge weder Pykniden- noch Uredobildung ein. Die übrigen Versuchspflanzen blieben dauernd gesund.

Die Form auf *Cent. maculosa* aus dem Engadin befällt also außer ihrer Hauptnährpflanze auch *Cent. vallesiaca*, *C. axillaris* und vielleicht *C. cyanus*.

#### C. Mit Infektionsmaterial von *Centaurea alba*.

##### Versuchsreihe VI.

Die zur Infektion verwendeten Teleutosporen stammten vom Maggia-Delta bei Locarno, wo ich sie am 27. Sept. 1906 gesammelt hatte. Die Reihe wurde am 11. Mai 1907 eingeleitet:

- |  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| VI 1. <i>Centaurea alba</i>              | VI 11. <i>Cent. nigra</i> (überwint.) |
| 2. „ <i>alba</i>                         | 12. „ <i>transalpina</i>              |
| 3. „ <i>vallesiaca</i>                   | 13. „ <i>phrygia</i> (überwint.)      |
| 4. „ <i>rhenana</i>                      | 14. „ <i>nigrescens</i> „             |
| 5. „ <i>Cyanus</i>                       | 15. „ <i>nervosa</i>                  |
| 6. „ <i>Jacea</i>                        | 16. „ <i>melitensis</i>               |
| 7. „ <i>Jacea</i> var. <i>longifolia</i> | 17. „ <i>rupestris</i>                |
| 8. „ <i>Scabiosa</i>                     | 18. „ <i>salonitana</i>               |
| 9. „ <i>montana</i>                      | 19. „ <i>aspera</i>                   |
| 10. „ <i>solstitialis</i>                | 20. „ <i>spinulosa</i>                |

Kontrolle: Die Keimung der Sporen in der „feuchten Kammer“ erfolgt sehr unbefriedigend; noch am 19. Mai sind die meisten ungekeimt. 22. Mai: *Cent. Cyanus*, *vallesiaca* und *transalpina* sind abgestorben. Gelb-weiße Verfärbungen auf mehreren Blättern und Blattstielen von *Cent. alba* 1 und 2. 25. Mai: An einem Blattstiel von *Cent. alba* 1 einige Pykniden, zwei Verfärbungen auf *Cent. rhenana*. 29. Mai: *Cent. alba* 1 trägt an einem Blattstiel 4 kranzförmig angeordnete Uredolager, *Cent. alba* 2 blattoberseits ein aufbrechendes Lager, ferner Pykniden. Eben solche in 2 Gruppen an einem Blattstiel von *Cent. rhenana*. 1. Juni: Zahlreiche hellhoniggelbe Pykniden auf *Cent. alba* 1 (auch auf einem Keimblatt); eine Zunahme der Pykniden ist auch auf *Cent. alba* 2 zu bemerken. Ebenso haben sich die Uredolager vermehrt. 3. Juni: Am infizierten Blattstiel von *Cent. rhenana* treten Uredo auf. 4. Juni: Neue Pykniden auf *Cent. rhenana*. Die gleiche Beobachtung machte ich wieder am 8. Juni bei Durchsicht der beiden infizierten Arten. Die übrigen Nährpflanzen waren während der ganzen Versuchsdauer gesund geblieben.

## Versuchsreihe VII.

Den Rest der überwinterten Teleutosporen von *Cent. alba* brachte ich am 24. Juni 1907 auf folgende Arten:

- |                              |                                   |
|------------------------------|-----------------------------------|
| VII 1. <i>Centaurea alba</i> | VII 4. <i>Cent. transalpina</i>   |
| 2. „ <i>alba</i>             | 5. „ <i>austriaca</i> (überwint.) |
| 3. „ <i>vallesiaca</i>       |                                   |

Von den Sporen auf dem Objektträger sind bis zum 27. Juni etwa die Hälfte gekeimt. 9. Juli: *Cent. alba* 1 ist abgestorben. 10. Juli: Auf einem Blattstiel von *Cent. alba* 2 zwei Pyknidengruppen; an einem verkrümmten Blattstiel von *Cent. vallesiaca* ebenfalls eine solche. 16. Juli: Am Blattstiel von *Cent. alba* 2 längliche Uredolager, ferner ein strichförmiges an dem verkrümmten Blattstiel von *Cent. vallesiaca*. Diese Pflanze trägt an 3 Stellen blattoberseits neue Pykniden. Spätere Kontrollen ergaben eine allmähliche und gleichmäßige Zunahme der Uredolager auf den beiden befallenen Pflanzen. Die übrigen 2 Versuchspflanzen waren gänzlich pilzfrei geblieben.

Die Wirte der Form auf *Cent. alba* sind also *Centaurea alba*, *rhénana* und *vallesiaca*.

D. Mit Infektionsmaterial von *Centaurea transalpina*.

Auch bei dieser Form experimentierte ich ausschließlich mit Teleutosporen. Die infizierten Blätter und Stengel stammten aus der Umgegend von Locarno, wo sie am 26. Sept. 1906 gesammelt worden waren. Die Überwinterung geschah in gleicher Weise wie bei den übrigen Formen.

## Versuchsreihe VIII.

Wurde begonnen am 18. April 1907. Die Sporen wurden mit dem Zerstäuber und überdies durch Auflegen infizierter Blattstückchen aufgetragen:

- |   |                                  |
|---|----------------------------------|
| VIII 1. <i>Centaurea transalpina</i><br>(überwintert) | VIII 10. <i>Cent. vallesiaca</i> |
| 2. „ <i>transalpina</i><br>(überwintert)              | 11. „ <i>rhénana</i>             |
| 3. „ <i>transalpina</i>                               | 12. „ <i>nigra</i>               |
| 4. „ <i>Jacea</i>                                     | 13. „ <i>nigrescens</i>          |
| 5. „ <i>Jacea</i> var. <i>longifolia</i>              | 14. „ <i>alba</i>                |
| 6. „ <i>nervosa</i>                                   | 15. „ <i>phrygia</i>             |
| 7. „ <i>Cyanus</i>                                    | 16. „ <i>solstitialis</i>        |
| 8. „ <i>Scabiosa</i>                                  | 17. „ <i>melitensis</i>          |
| 9. „ <i>montana</i>                                   | 18. „ <i>austriaca</i>           |
|   | 19. „ <i>rupestris</i>           |
|   | 20. „ <i>aspera</i>              |
|   | 21. „ <i>spinulosa</i>           |

Kontrolle: Die Sporen auf dem Objektträger keimten nicht. Da sich bis zum 8. Mai auf den *Cent. transalpina* keine Spur von Infektion zeigte, so impfte ich an diesem Tage sämtliche Versuchspflanzen nochmals mit Teleutosporen. Die abgestorbene *Cent. Cyanus* wurde durch eine gesunde ersetzt und ein weiteres Exemplar von *Cent. transalpina* (Samen von Genf) beigezogen. Am 13. Mai wurden die Glasglocken von den Versuchspflanzen abgenommen. Zu meiner größten Verwunderung bemerkte ich nun Gruppen von Pykniden auf *Cent. Jacea*, *Cent. Jacea* var. *longifolia*, *Cent. nervosa* und *phrygia*, dagegen waren die *Cent. transalpina* und die übrigen Arten alle vollständig pilzfrei. Ich kontrollierte nun in der Folge sowohl die Entwicklung der Uredo, als auch die Neubildung von Pykniden. 20. Mai: *Cent. Jacea* trägt 5 Uredolager, *Cent. Jacea* var. *longifolia* 9 *Cent. nervosa* 4, *Cent. phrygia* 3 und *Cent. nigrescens* 3 Lager. 24. Mai: *Cent. Jacea* gelblich verfärbte Stellen auf 2 Blättern und einem Blattstiel, daneben 6 Uredolager. *Cent. Jacea* var. *longifolia* ein gelber Fleck blattoberseits und 10 Uredo. *Cent. nervosa* ebenfalls eine gelbliche Verfärbung

und 5 Uredolager. *Cent. phrygia* mehrere gelbliche, z. T. vorragende Flecken, *Uredo* unverändert. *Cent. nigrescens* unverändert. Auf einer Blattmittelrippe von *Cent. austriaca* unterseits einige sich öffnende Uredolager. *Cent. vallesiaca* und *transalpina* 3 sind abgestorben. 27. Mai: Auf *Cent. transalpina* 1 blattoberseits ein Uredolager, auf *Cent. transalpina* 2 zwei solche blattunterseits. 28. Mai: Auf einer Blattmittelrippe von *Cent. transalpina* 1 ein länglicher gelber Fleck. *Cent. Jacea* trägt an 2 Blattstielen und Blättern oberseits neu auftretende Pykniden in kleinen Gruppen, ebenso finden sich Pykniden an einem Blattstiel von *Cent. Jacea* var. *longifolia*. Von *Cent. nervosa* ist nur noch ein Blatt gesund, die übrigen sind am Absterben. Auf *Cent. alba* an mehreren Blattstielen Pykniden und aufbrechende Uredolager. Auf *Cent. phrygia* an 2 Stellen blattoberseits neue Pykniden, ebenso auf *Cent. nigrescens*. 1. Juni: Auf *Cent. transalpina* 1 blattunterseits ein längliches, Flüssigkeit abcheidendes Pyknidenlager. *Cent. transalpina* 2 trägt blattunterseits an der Mittelrippe einige zerstreute Pykniden. Es beginnen sich hier auch Uredolager zu öffnen. Spätere Revisionen brachten keine neuen Resultate mehr. Die nicht erwähnten Versuchspflanzen, worunter auch eine *Cent. transalpina*, waren während der ganzen Versuchsdauer vollständig pilzfrei geblieben, ebenso auch die Kontrollpflanzen.

### Versuchsreihe IX.

Den Rest der überwinterten Teleutosporen verteilte ich am 19. Juni auf folgende Arten:

IX 1. <i>Centaurea transalpina</i> (überwintert)	IX 8. <i>Cent. solstitialis</i>
2. „ <i>transalpina</i>	9. „ <i>nervosa</i>
3. „ <i>Jacea</i>	10. „ <i>nigra</i> (überwintert)
4. „ <i>Jacea</i> var. <i>longifolia</i>	11. „ <i>nigrescens</i>
5. „ <i>Cyanus</i>	12. „ <i>phrygia</i> (überwintert)
6. „ <i>alba</i>	13. „ <i>nigra</i>
7. „ <i>rhenana</i>	14. „ <i>austriaca</i>

20. Juni: Die meisten Sporen auf dem Objektträger sind in Keimung begriffen. 9. Juli: Auf einem Blattstiel von *Cent. austriaca* eine Gruppe Pykniden auf gelb verfärbtem Grund. Auf 2 Blättern von *Cent. transalpina* 1 oberseits je eine kleine Pyknidengruppe. In gleicher Weise ist ein Blatt von *Cent. Jacea* var. *longifolia* infiziert. 12. Juli: Auf mehreren Blättern von *Cent. transalpina* 1 ober- und unterseits Pykniden, vereinzelt und in Gruppen. Von *Cent. transalpina* 2 sind 2 Blätter (die Pflanze zählt deren nur 3) verbogen und mit gelben Flecken versehen. Auf *Cent. Jacea* blattoberseits gelblich verfärbte Stellen. Auf einem Blatt von *Cent. nervosa* ober- und unterseits je eine Gruppe Pykniden. *Cent. Cyanus* ist am Absterben. Die übrigen Nährpflanzen sind nicht befallen. Spätere Kontrollen bestätigten die genannten Infektionsresultate. Der Pilz brachte es auf *Cent. Jacea* und *transalpina* 2 nicht zur Pyknidenbildung, die beiden Pflanzen starben bald ab.

Als Resultat der Kulturversuche VIII und IX ergibt sich also: Die Form auf *Cent. transalpina* vermag unter günstigen Verhältnissen außer auf *Cent. transalpina* auch auf *Cent. Jacea*, *C. Jacea* var. *longifolia*, *C. nervosa*, *phrygia*, *nigrescens*, *alba* und *austriaca* zu leben.

Auf den etwas rätselhaften Verlauf dieser beiden Kulturversuche werden wir im letzten Abschnitt dieser Arbeit zurückkommen.

### E. Mit Infektionsmaterial von *Centaurea Scabiosa*.

#### Versuchsreihe X.

Überwinterte Teleutosporen dieser Form, die ich im November 1906 bei Bettwil auf dem Lindenberg (Kt. Aargau) gesammelt hatte, wurden am 25. Mai 1907 auf folgende Pflanzen verstäubt:

X 1. <i>Centaurea Scabiosa</i>	X 10. <i>Cent. phrygia</i> (überwintert)
2. „ <i>Scabiosa</i>	11. „ <i>vallesiaca</i>
3. „ <i>Jacea</i>	12. „ <i>rhenana</i>
4. „ <i>Jacea</i> var. <i>longifolia</i>	13. „ <i>alba</i>
5. „ <i>Cyanus</i>	14. „ <i>solstitialis</i>
6. „ <i>montana</i> (überwintert)	15. „ <i>melitensis</i>
7. „ <i>nigra</i> (überwintert)	16. „ <i>rupestris</i>
8. „ <i>nervosa</i>	17. „ <i>aspera</i>
9. „ <i>transalpina</i>	18. „ <i>spinulosa</i>
	19. „ <i>austriaca</i> (überwintert).

Kontrolle: 28. Mai: Die Sporen in der „feuchten Kammer“ sind fast ausnahmslos gekeimt. 1. Juni: *Cent. transalpina* ist abgestorben, ebenso am 8. Juni *Cent. vallesiaca* und *Cyanus*. An einem Blattstiel von *Cent. Scabiosa* 2 zeigt sich an diesem Tag ein gelb-weiß verfärbter Fleck. 14. Juni: Auf *Cent. Scabiosa* 1 beginnende Pyknidenbildung auf weißlich verfärbtem Grund an einem Blattstiel und einem jungen Blatt unterseits, sowie an 2 Stellen eines anderen oberseits. Dieselbe Erscheinung an 2 Stellen von *Cent. Scabiosa* 2. Verfärbte Stellen zeigen sich auch auf einem Blatt von *Cent. rhenana* und *Cent. phrygia*. 21. Juni: *Cent. Scabiosa* trägt am infizierten Blattstiel eine Gruppe orangefarbener Pykniden, ferner 2 solche auf der Unterseite eines Blattes, nebst sich öffnender strichförmiger Uredolager. An einem Blattstiel von *Cent. Scabiosa* 2 ein langgestrecktes Pyknidenlager. *Cent. nervosa* ist abgestorben; die übrigen Pflanzen erweisen sich dem Pilz gegenüber als immun.

Eine 2. Impfung mit Teleutosporen, die am 15. Juli vorgenommen wurde, ergab nur auf einer der verwendeten *Cent. Scabiosa* Spuren von Infektion. Die Infektionskraft der Teleutosporen war, offenbar infolge der vorgerückten Jahreszeit, am Erlöschen.

#### Versuchsreihe XI.

Mit Uredosporen vom erwähnten Standort (auf circa 800 m) wurden am 3. August folgende Versuchspflanzen geimpft:

XI 1. <i>Centaurea Scabiosa</i>	XI 10. <i>Cent. nigrescens</i>
2. „ <i>Scabiosa</i>	11. „ <i>vallesiaca</i>
3. „ <i>Jacea</i> (überwintert)	12. „ <i>rhenana</i>
4. „ <i>Jacea</i> var. <i>longifolia</i>	13. „ <i>alba</i>
5. „ <i>montana</i> (überwintert)	14. „ <i>solstitialis</i>
6. „ <i>transalpina</i>	15. „ <i>dealbata</i>
7. „ <i>phrygia</i>	16. „ <i>austriaca</i>
8. „ <i>nervosa</i>	17. „ <i>aspera</i>
9. „ <i>nigra</i>	18. „ <i>spinulosa</i>
	19. „ <i>salonitana</i> var. <i>Jaksici-ana</i> .

Die Sporen auf dem Objektträger sind am 4. August fast vollzählig gekeimt. 19. August: Auf einem Blatt von *Cent. Scabiosa* 1 unterseits 2 Uredolager auf weiß-gelb verfärbter Unterlage. *Cent. Scabiosa* 2 zählt auf einem abgestorbenen Blatt ein, auf einem anderen lebenden 4 Lager. Beide Pflanzen sind klein und zählen nur je 3 Blätter. *Cent. rhenana* und *vallesiaca* sind abgestorben und nicht infiziert, *Cent. phrygia* stark von Nacktschnecken beschädigt. 23. August: Ich konstatiere ein weiteres Uredolager auf *Cent. Scabiosa* 1 und 5 solche auf *Cent. Scabiosa* 2. Die übrigen Nährpflanzen und die beim Versuche nicht verwendeten Kontrollpflanzen sind pilzfrei geblieben.

Die Ergebnisse der Versuchsreihen X und XI bestätigen also die Annahme Jackys<sup>1)</sup>, daß die Brachyform auf *Cent. Scabiosa* streng auf diese *Centaurea*-Art spezialisiert sei.

<sup>1)</sup> l. c.



F. Mit Infektionsmaterial von *Centaurea nigra*.

## Versuchsreihe XII.

Mitte Oktober 1906 sammelte ich längs des Waldrandes oberhalb Richenthal (Kt. Luzern) am Weg gegen den Elpbach infizierte Blätter von *Centaurea nigra*. Am 18. Mai 1907 wurde ein Teil der in einem Kistchen überwinterten Sporen mittelst des Zerstäubers und durch Auflegen infizierter Blatteilchen auf folgende Nährpflanzen gebracht:

XII 1. <i>Centaurea nigra</i>	XII 12. <i>Cent. alba</i>
2. „ <i>nigra</i> (überwintert)	13. „ <i>rhenana</i>
3. „ <i>nigra</i>	14. „ <i>vallesiaca</i>
4. „ <i>nigrescens</i>	15. „ <i>solstitialis</i>
5. „ <i>nigrescens</i> (überwintert)	16. „ <i>nervosa</i>
6. „ <i>Jacea</i>	17. „ <i>melitensis</i>
7. „ <i>Jacea</i> var. <i>longifolia</i>	18. „ <i>phrygia</i>
8. „ <i>Scabiosa</i>	19. „ <i>axillaris</i> (überwintert)
9. „ <i>Cyanus</i>	20. „ <i>rupestris</i>
10. „ <i>montana</i> (überwintert)	21. „ <i>aspera</i>
11. „ <i>transalpina</i>	22. „ <i>spinulosa</i>
	23. „ <i>salonitana</i> var. <i>Jaksici-ana</i> .

21. Mai: Die Teleutosporen auf dem Objektträger sind größtenteils gekeimt. 31. Mai: Auf mehreren Blättern von *Cent. nigra* 3 haben sich rundliche, gelbe Flecken gebildet. Die beiden anderen *Cent. nigra* weisen ebenfalls einige Flecken und Verkrümmungen auf; letztere namentlich *Cent. nigra* 1. 3. Juni: Auf zahlreichen gelb verfärbten Stellen eines Blattes von *Cent. nigra* 3 Pykniden in wenigzähligen Gruppen. *Cent. nigra* 1, ein schwächliches Exemplar, trägt blattoberseits eine Pyknide. 5. Juni: *Cent. nigra* 1 ist unverändert. Auf *Cent. nigra* 2 blattunterseits rundliche Vorragungen. Wenige Uredolager auf *Cent. nigra* 3. 8. Juni: Die Lager auf *Cent. nigra* 3 haben sich vermehrt, sie stehen blattbeidseitig — neue Pykniden an einem Blattstiel. 11. Juni: *Cent. melitensis* und *nigrescens* abgestorben. Auf einem Blattstiel von *Cent. nigra* 2 zeigt sich ein gelblicher Fleck. Spätere Revisionen ergaben eine schwache Zunahme der Uredolager auf *Cent. nigra* 3. Die beiden übrigen *Cent. nigra* veränderten sich nicht weiter, ebenso blieben die anderen Nährpflanzen absolut pilzfrei.

## Versuchsreihe XIII.

Mit dem Rest der überwinterten Teleutosporen wurde am 29. Juni 1907 folgende Reihe eingeleitet:

XIII 1. <i>Centaurea nigra</i>	XIII 11. <i>Cent. nervosa</i>
2. „ <i>nigra</i>	12. „ <i>phrygia</i>
3. „ <i>nigra</i>	13. „ <i>solstitialis</i>
4. „ <i>nigra</i>	14. „ <i>melitensis</i>
5. „ <i>Jacea</i>	15. „ <i>austriaca</i>
6. „ <i>Jacea</i> var. <i>longifolia</i>	16. „ <i>rupestris</i>
7. „ <i>Scabiosa</i>	17. „ <i>spinulosa</i>
8. „ <i>Cyanus</i>	18. „ <i>aspera</i>
9. „ <i>montana</i> (überwintert)	19. „ <i>salonitana</i> var. <i>Jaksici-ana</i> .
10. „ <i>rhenana</i>	

1. Juli: Die Sporen auf dem Objektträger sind ungefähr zur Hälfte gekeimt. 9. Juli: abgestorben sind. *Cent. nervosa* und *melitensis*. 13. Juli: *Cent. Cyanus* und *solstitialis* am Absterben. An einem Blattstiel von *Cent. nigra* 4 eine gelb verfärbte Stelle. 16. Juli: Auf *Cent. nigra* 4 blattoberseits 2 kleine Gruppen Pykniden. *Cent. nigra* 1 an einem Blattstiel verfärbt. *Cent.*

*nigra* 2 und 3 von *Forficula auricularia* angefressen, aber ohne jede Spur von Infektion. 22. Juli: Auf *Cent. nigra* 4 blattoberseits 3 Pyknidengruppen ferner auf beiden Seiten des Blattes je ein Uredolager. Pykniden an einem Blattstiel von *Cent. nigra* 1. Die Pyknidenbildung war damit für diese Versuchsreihe abgeschlossen; es entwickelten sich daher auf den beiden infizierten Pflanzen nur wenig Uredolager. Alle übrigen Nährpflanzen, mit Einschluß der beiden *Cent. nigra* 2 und 3 blieben gesund. — Ein dritter Infektionsversuch mit dieser Form, der den beiden genannten analog verlief, mag hier nur kurz erwähnt werden. Er wurde am 9. August 1906 mit Uredosporen von Richenthal (Luzern) eingeleitet. Als Nährpflanzen dienten drei *Cent. nigra* und dieselben Arten wie in Versuchsreihe XIII plus *Cent. dealbata*, *vallesiaca* und eine weitere *Cent. jacea*. Eine Durchsicht der Pflanzen am 3. September ergab folgendes: Eine *Cent. nigra* trägt auf einem Blatt zahlreiche, auf den übrigen vereinzelte Lager. Die beiden übrigen *Cent. nigra* weisen auf mehreren Blättern Verfärbungen auf, wie sie der Bildung der Uredolager voranzugehen pflegen. Dazu kam es aber bei beiden Pflanzen nicht. Die übrigen Versuchs- und die Kontrollpflanzen waren gänzlich pilzfrei geblieben.

Das übereinstimmende Resultat der drei Kulturversuche mit der Form auf *Cent. nigra* ist also, daß der Pilz streng auf diese Art spezialisiert ist.

#### G. Mit Infektionsmaterial von *Centaurea nervosa*.

Am 18. Juli 1907 fand ich anlässlich einer Exkursion im Oberengadin an der Straße zwischen Maloja und Sils-Basgia infizierte Stengel und Blätter von *Centaurea nervosa*. Sie trugen neben zahlreichen Pykniden Uredo- und Teleutosporen. Letztere waren trotz der wenig vorgerückten Jahreszeit zahlreicher. Proben der zur Infektion verwendeten Sporen ergaben das Verhältnis 2 : 1 (Teleuto- und Uredosporen). Ich impfte damit am 20. Juli 1907 folgende Arten:

#### Versuchsreihe XIV.

XIV 1. <i>Centaurea nervosa</i> (von St. Moritz)	XIV 7. <i>Cent. nigrescens</i>
2. „ <i>nervosa</i>	8. „ <i>austriaca</i>
3. „ <i>Jacea</i> var. <i>longifolia</i>	9. „ <i>phrygia</i>
4. „ <i>Cyanus</i>	10. „ <i>phrygia</i>
5. „ <i>montana</i> (überwintert)	11. „ <i>rhenana</i>
6. „ <i>nigra</i>	12. „ <i>alba</i>
	13. „ <i>transalpina</i>
	14. „ <i>solstitialis</i>
	15. „ <i>dealbata</i>

22. Juli: Uredosporen auf dem Objektträger mit wenig Ausnahmen gekeimt. 4. August: Auf einem Blatt von *Cent. nervosa* 1 unterseits drei Uredolager. 6. August: *Cent. nervosa* 1 ist unverändert, *Cent. nervosa* 2 weist 2 Lager auf, wovon eines auf einem Keimblatt. 14. August: Die Lager auf *Cent. nervosa* hatten sich auf 5 vermehrt. Weitere Veränderungen kamen nicht mehr vor. Die übrigen Versuchspflanzen und die Kontrollpflanzen waren gesund geblieben.

Die Jackysche Auffassung der Form auf *Centaurea nervosa*, als einer streng auf diese Nährpflanze spezialisierten, wird also durch meinen Versuch XIV bestätigt.

#### H. Mit Infektionsmaterial von *Centaurea jacea*.

##### Versuchsreihe XV.

Uredosporen auf *Centaurea jacea*, am 25. Juli 1907 oberhalb der Weiersmühle in Muri (Kt. Aargau) gesammelt, wurden am selben Tag auf folgende Pflanzen verstäubt: (Die Sporen waren nicht sehr zahlreich).

- XV 1. *Centaurea Jacea* (überwintert)  
 2. „ *Jacea*  
 3. „ *Jacea*  
 4. „ *Jacea* var. *longifolia*  
 5. „ *Scabiosa*  
 6. „ *nigra*

- XV 7. *Cent. nervosa*  
 8. „ *rhenana*  
 9. „ *alba*  
 10. „ *transalpina*  
 11. „ *phrygia*  
 12. „ *dealbata*  
 13. „ *rupestris*  
 14. „ *austriaca*

30. Juli: Ca.  $\frac{1}{3}$  der Uredosporen auf dem Objektträger sind gekeimt. 12. August: Verfärbungen auf den meisten Blättern von *Cent. Jacea* 1, sowie eine Anzahl Uredohäufchen; ebenfalls solche, aber weniger, auf *Cent. Jacea* 2. *Cent. Jacea* var. *longifolia* spärlich infiziert. 16. August: *Cent. Jacea* 1 ist auf den meisten Blättern ziemlich reichlich mit Uredo befallen, etwas weniger *Cent. Jacea* 2. *Cent. Jacea* var. *longifolia* unverändert. *Cent. Jacea* 3, ein sehr schwächliches Exemplar mit nur einem Blättchen, ist pilzfrei. Auf *Cent. rhenana* 2 Lager. Die übrigen 9 Pflanzen blieben dauernd gesund.

#### Versuchsreihe XVI.

Am Standort der infizierten *Centaurea* oberhalb Bettwil (Aargau) sah ich wiederholt uredobefallene *Cent. Jacea*. Am 19. August 1907 wurden Uredosporen von dort in sehr großer Zahl auf folgende Arten verteilt:

- XVI 1. *Centaurea Jacea* (überwintert)  
 2. „ *Jacea* (überwint.)  
 3. „ *Jacea* var. *longifolia*  
 4. „ *Scabiosa*

- XVI 5. *Cent. rhenana*  
 6. „ *alba*  
 7. „ *transalpina*  
 8. „ *phrygia*  
 9. „ *solstitialis*  
 10. „ *austriaca*

22. August: Die Uredosporen in der „feuchten Kammer“ sind zu  $\frac{1}{4}$  gekeimt. 4. September: Auf mehreren Blättern von *Cent. Jacea* 1 gelblich verfärbte Stellen, auf einem derselben 10 offene Uredolager, teils ober- und teils unterseits. *Cent. Jacea* 2 weist auf 2 Blättern zahlreiche Verfärbungen und einige wenige Uredolager auf. *Cent. rhenana* auf einem Blatt 3, auf einem anderen 2 Lager, ferner verfärbte Blattstellen. Auf *Cent. transalpina* ein noch geschlossenes Uredolager. Auf 2 Blättern von *Cent. phrygia* je ein sich öffnendes Lager. 9. September: *Cent. Jacea* 1 auf den meisten Blättern ziemlich reichlich befallen, etwas weniger *Cent. Jacea* 2. *Cent. Jacea* var. *longifolia* (halb verkümmert) ist pilzfrei. *Cent. rhenana* trägt auf 2 Blättern 14, *Cent. transalpina* und *austriaca* je 1, *Cent. phrygia* 2 Lager. *Cent. Scabiosa*, *alba* und *solstitialis* sind nicht befallen. Spätere Revisionen ergaben noch eine Vermehrung der Lager auf *Cent. Jacea* und *rhenana*. Die Kontrollpflanzen blieben gesund.

#### Versuchsreihe XVII.

Am 11. Juni 1909 wurden die bisher mit dieser Form erzielten Resultate durch einen weitem Kulturversuch vervollständigt. Es dienten hierzu Uredosporen auf *Cent. jacea*, die ich am 10. Juni 1909 an der Schönenwerderstraße bei Aarau gesammelt hatte:

- XVII 1. *Centaurea Jacea* (überwint.)  
 2. „ *Jacea* (überwint.)  
 3. „ *Scabiosa* (überwintert)  
 4. „ *Cyanus*  
 5. „ *montana* (überwintert)  
 6. „ *rhenana* (überwintert)  
 7. „ *nigra* (überwint.)  
 8. „ *nigrescens* (überwintert)

- XVII 9. *Cent. nigrescens*  
 10. „ *transalpina* (überwintert)  
 11. „ *alba*  
 12. „ *solstitialis*  
 13. „ *diffusa*  
 14. „ *Sadleriana*  
 15. „ *rupestris*  
 16. „ *dealbata*  
 17. „ *phrygia* (überwintert)  
 18. „ *spinulosa*

18\*

Kontrolle: Am 12. Juni sind die meisten Uredosporen auf dem Objektträger gekeimt. 28. Juni: Auf vielen Blättern von *Cent. Jacea* 1 weißlich verfärbte Blattstellen und vereinzelte offene Uredolager. Auf *Cent. phrygia* eine Anzahl verfärbter Stellen, blattunterseits 4 offene Lager. *Cent. transalpina* trägt 1 offenes Lager. Verfärbungen zeigen sich ferner auf *Cent. nigra*, *nigrescens* 8 und zahlreiche auf *Cent. rhenana*. 1. Juli: Wahrscheinlich infolge der langen Schlechtwetterperiode zeigen sich erst heute auf 2 Blättern von *Cent. Jacea* 1 zahlreiche offene Lager. *Cent. Jacea* 2 hat vereinzelt Uredo gebildet. Auf *Cent. transalpina* 2 Lager, *Cent. phrygia* auf 3 Blättern ziemlich stark befallen (je ca. 10 Lager ober- und unterseits). *Cent. nigrescens* No. 9 trägt 3, *Cent. nigra* 2 offene Lager. 7. Juli: *Cent. Jacea* 1 auf vielen Blättern ziemlich stark infiziert, ebenso auf je 3 Blättern *Cent. rhenana* und *phrygia*. *Cent. Jacea* 2 zeigt 4 offene Uredolager, *Cent. alba* 3, *Cent. nigrescens* No. 8 6, *Cent. nigrescens* No. 9 7. *Cent. nigra* ist an einem Blatt stark, an zwei anderen vereinzelt infiziert. *Cent. transalpina* und *Cent. diffusa* tragen je 5 Uredolager. *Cent. Cyanus* ist am Absterben, trägt aber auf 2 Blättern je 1 Lager. Die übrigen Pflanzen dieser Reihe blieben dauernd gesund.

Als Nährpflanzen der *Puccinia Jaceae* Otth haben sich also in unseren Kulturversuchen folgende Arten ergeben: *C. Jacea*, *C. Jacea* var. *angustifolia*, *C. rhenana*, *C. phrygia*, *C. transalpina*, *C. austriaca*, *C. nigra*, *C. nigrescens*, *C. alba*, *C. Cyanus* und *C. diffusa*.

#### J. Mit Infektionsmaterial von *Centaurea jacea* var. *angustifolia*.

##### Versuchsreihe XVIII.

Die zu diesem Kulturversuche verwendeten Teleutosporen gehörten zu *Puccinia Centaureae* D.C. oder zu Jackys Form B. Sie wurden im Oktober 1909 am Rheinufer bei Klein-Hüningen gesammelt und am 21. Mai 1910 auf folgenden *Centaurea*-Arten verteilt:

XVIII 1. <i>Centaurea Jacea</i> var. an-	XVIII 8. <i>Cent. axillaris</i>
gustifolia	9. „ <i>nigra</i>
2. „ <i>Jacea</i> var. an-	10. „ <i>nigrescens</i>
gustifolia	11. „ <i>transalpina</i>
3. „ <i>Jacea</i> (überwint.)	12. „ <i>transalpina</i>
4. „ <i>Cyanus</i>	13. „ <i>alba</i>
5. „ <i>rhenana</i>	14. „ <i>nervosa</i> (über-
6. „ <i>vallesiaca</i>	wintert)
(überwintert)	15. „ <i>solstitialis</i>
7. „ <i>montana</i>	16. „ <i>nervosa</i> .

Kontrolle: Bis 24. Mai sind eine Anzahl Teleutosporen auf dem Objektträger gekeimt. 7. Juni: An einem Blattstiel von *Cent. Jacea* var. No. 1 Pykniden und ein aufbrechendes Uredolager, zwei solche auf No. 2. *Cent. transalpina* 11 an 4 Stellen Pykniden und Uredo. Pykniden auf *Cent. nigrescens* und *Cent. nervosa*. 11. Juni: Auf *Cent. Jacea* var. 1 zwei Infektionsstellen mit Uredo. *Cent. Jacea* var. 2 vier solche, *Cent. transalpina* 11 an vier Stellen offene Lager, an mehreren anderen Pykniden. Auf *Cent. nigrescens* ein offenes Lager und an einem Blattstiel Pykniden. Auf *Cent. nervosa* vier offene Lager. *Cent. vallesiaca* abgestorben, nicht befallen. Am 15. Juni trug auch *Cent. transalpina* 12 ein offenes Lager. Eine Infektion weiterer Arten fand auch in der Folge nicht statt.

##### Versuchsreihe XIX.

Die im 18. Kulturversuch auf den beiden *Cent. Jacea* var. *angustifolia* entstandenen Uredosporen benutzte ich am 18. Juni zu folgender Infektionsreihe:

XIX 1. *Centaurea Jacea*  
2. „ *Cyanus*

XIX 3. *Cent. nigra*  
4. „ *rhenana*.

Kontrolle: Während der Versuchsdauer war die Witterung längere Zeit kalt und regnerisch. Erst am 8. Juli zeigten sich daher auf *Cent. nigra* 4 Uredolager. An zwei Blattstellen von *Cent. rhenana* waren Verfärbungen eingetreten. Am 11. Juli starb das sehr schwächliche *Cent. rhenana*-Pflänzchen ab, ohne Uredo gebildet zu haben. Die beiden übrigen Pflanzen blieben dauernd pilzfrei.

Aus unsern zwei Impfversuchen mit dieser Uredinee dürfen wir also schließen, daß *Puccinia Centaureae* D.C. auf *C. Jacea* var. *angustifolia*, *C. transalpina*, *C. nigra*, *C. nigrescens*, *C. nervosa* und wahrscheinlich auch *C. rhenana* zu leben vermag.

## II. Diskussion der Versuchsergebnisse und Beiträge zur Systematik der Centaurea-Puccinien.

Eine genaue Untersuchung der in dieser Arbeit behandelten Centaurea-Puccinien in bezug auf ihre systematisch verwendbaren Merkmale ergab folgendes:

1. Form auf *Cent. vallesiaca*: Uredo 21—28 = 19—24  $\mu$ ; Kp.<sup>1)</sup> meist 3 median gelegen, selten 2 der Spitze genäherte. Teleutosporen<sup>2)</sup> 28—44 = 16—30  $\mu$ ; beide Kp. in der oberen Zellhälfte.

2. Form auf *Cent. rhenana*: Uredo 21—28 = 19—26  $\mu$ ; Kp. meist 3 median, seltener 2 der Spitze genäherte. Teleutosporen 28—44 = 19—28  $\mu$ ; beide Kp. in der oberen Zellhälfte.

3. Form auf *Cent. maculosa*: Uredo 21—28 = 19—23  $\mu$ ; Kp. meist 3 median, seltener 2 der Spitze genäherte. Teleutosporen 28—42 = 21—30  $\mu$ ; beide Kp. in der oberen Zellhälfte.

4. Form auf *Cent. alba*: Uredo 20—28 = 20—26  $\mu$ ; Kp. 3 median, selten unregelmäßig. Teleutosporen 26—40 = 17—30  $\mu$ ; beide Kp. in der oberen Zellhälfte.

5. Form auf *Cent. Scabiosa*: Uredo 20—26 = 20—24  $\mu$ ; Kp. 3 meist median, selten unregelmäßig. Teleutosporen 26—42 = 19—26  $\mu$ ; beide Kp. in der oberen Zellhälfte.

6. Form auf *Cent. Jacea* (Typ A): Uredo 24—33 = 19—28  $\mu$ ; Kp. 2 dem Scheitel genähert, vereinzelt 3. Teleutosporen 28—40 = 21—30  $\mu$ ; beide Kp. in der oberen Zellhälfte.

7. Form auf *Cent. Jacea* var. *angustifolia* (Typ B): Uredo 21—26 = 19—24  $\mu$ ; Kp. meist 3 median, seltener 2. Teleutosporen 26—37 = 19—26  $\mu$ ; beide Kp. in der oberen Zellhälfte.

8. Form auf *Cent. transalpina*: Uredo 21—30 = 21—25  $\mu$ ; Kp. meist 3 median, ausnahmsweise 2. Teleutosporen 26—42 = 19—26  $\mu$ ; beide Kp. in der oberen Zellhälfte, derjenige der oberen Zelle häufig am Scheitel.

9. Form auf *Cent. nervosa*: Uredo 20—26 = 19—26  $\mu$ ; Kp. 3 median, seltener unregelmäßig. Teleutosporen 26—37 = 17—24  $\mu$ ; beide Kp. in der oberen Zellhälfte.

10. Form auf *Cent. nigra*: Uredo 20—28 = 19—26  $\mu$ ; Kp. meist 3 median oder unregelmäßig, selten 2. Teleutosporen 26—37 = 17—26  $\mu$ ; beide Kp. in der oberen Zellhälfte, derjenige der Scheitzelle meist am Scheitel.

11. Form auf *Cent. calotrapa*: Uredo 19—24 = 19—24  $\mu$ ; Kp. meist 3 median, seltener 2. Teleutosporen 26—37 = 16—26  $\mu$ ; Kp. der Scheitzelle in der oberen Zellhälfte, derjenige der Basiszelle unregelmäßig.

<sup>1)</sup> = Keimporen.

<sup>2)</sup> = Die Maße der Teleutosporen beziehen sich auf je 150 Messungen.

Infektionsversuche mit *Centauraea* - Puccinien. + : sehr stark oder stark, + mäßig, (+) schwach, — nicht infiziert.

Verwendete Versuchspflanzen	Puccinia Centauraea-vallesiacae Hasler				Pucc. Jaceae Otth	Pucc. Centauraea nov. f. spec. Transalpiniae	P. Centauraea f. sp. Scabiosae Jacky	P. Centauraea nov. f. sp. Nigrae	P. Centauraea f. spec. Nervosae E. Jacky
	Uredo- u. Teleuto- sporen von C. vallesiacae	Teleuto- sporen von C. rhennana	Teleuto- sporen von C. maculosa	Teleuto- sporen von C. alba	Uredo- sporen von C. jaceae	Uredo- u. Teleuto- sporen v. C. jaceae var. angustifolia	Teleuto- sporen von C. transalpina	Uredo- und Teleuto- sporen von C. nigra	Uredo- sporen von C. nervosa
Cent. vallesiacae . . . . .	+	+	+	+	+	—	—	—	—
" rhennana . . . . .	+	(+)	+	+	(+) u. —	(+) ?	—	—	—
" maculosa . . . . .	+	(+)	+	+	(+) u. —	—	u. —	—	—
" alba . . . . .	—	—	—	—	(+) u. —	—	+	—	—
" Jacea . . . . .	—	—	—	—	(+) u. —	—	+	—	—
" Jacea var. angustifolia . . . . .	—	—	—	—	(+) u. —	—	+	—	—
" transalpina . . . . .	—	—	—	—	(+) u. —	—	+	—	—
" Scabiosa . . . . .	—	—	—	—	(+) u. —	—	+	—	—
" nervosa . . . . .	—	—	—	—	(+) u. —	—	+	—	—
" Cyanus . . . . .	—	—	—	—	(+) u. —	—	+	—	—
" montana . . . . .	—	—	—	—	(+) u. —	—	+	—	—
" subjacea . . . . .	—	—	—	—	(+) u. —	—	+	—	—
" nigrescens . . . . .	—	—	—	—	(+) u. —	—	+	—	—
" solstitialis . . . . .	—	—	—	—	(+) u. —	—	+	—	—
" melitensis . . . . .	—	—	—	—	(+) u. —	—	+	—	—
" axillaris . . . . .	—	—	—	—	(+) u. —	—	+	—	—
" calcitrapa . . . . .	—	—	—	—	(+) u. —	—	+	—	—
" phrygia . . . . .	—	—	—	—	(+) u. —	—	+	—	—
" rupestris . . . . .	—	—	—	—	(+) u. —	—	+	—	—
" dealbata . . . . .	—	—	—	—	(+) u. —	—	+	—	—
" austriaca . . . . .	—	—	—	—	(+) u. —	—	+	—	—
" amara . . . . .	—	—	—	—	(+) u. —	—	+	—	—
" spinulosa . . . . .	—	—	—	—	(+) u. —	—	+	—	—
" salomitanica . . . . .	—	—	—	—	(+) u. —	—	+	—	—
" salomitanica v. Jacksiana . . . . .	—	—	—	—	(+) u. —	—	+	—	—
" aspera . . . . .	—	—	—	—	(+) u. —	—	+	—	—
" calcecephala . . . . .	—	—	—	—	(+) u. —	—	+	—	—
" diffusa . . . . .	—	—	—	—	(+) u. —	—	+	—	—
" Sadleriana . . . . .	—	—	—	—	(+) u. —	—	+	—	—

Aus der vorstehenden Tabelle und der graphischen Darstellung der Dimensionen der Teleutosporen, die auf Grund von je 150 Messungen ausgearbeitet wurde, ist ersichtlich, daß, wir folgende morphologisch differente Formen unterscheiden müssen:

1. *Puccinia Centaureae vallesiaceae* nov. spec.

Sie umfaßt die biologisch einander sehr nahestehenden, vielleicht übereinstimmenden Formen auf *Cent. vallesiaca*, *rhenana*, *maculosa* und *alba*.

2. *Puccinia Jaceae* Otth = Typus A nach Jacky.

Diese Art infiziert außer ihrer Hauptnährpflanze, *Cent. Jacea*, auch *Cent. Jacea* var. *angustifolia*, *Cent. rhenana*, *Cent. nigra*, *Cent. nigrescens*, *Cent. transalpina*, *Cent. phrygia*, *Cent. austriaca*, *Cent. diffusa*, *Cent. alba* und *Cent. Cyanus*.

3. *Puccinia Centaureae* DC. = Typus B nach Jacky.

Von dieser Spezies haben wir experimentell die Formen auf *Cent. Scabiosa*, *Cent. nigra*, *Cent. nervosa*, *Cent. transalpina* und *Cent. Jacea* var. *angustifolia* untersucht. Sie zeigten folgende Spezialisierung:

a) *Puccinia Centaureae* f. spec. *Scabiosae* lebt nur auf *Cent. Scabiosa*.

b) *Puccinia Centaureae* f. spec. *Nigrae* lebt nur auf *Cent. nigra*.

c) *Puccinia Centaureae* f. spec. *Nervosae* lebt nur auf *Cent. nervosa*.

d) *Puccinia Centaureae* f. spec. *Transalpinæ* lebt auf *Cent. transalpina*, *Cent. Jacea*, *Cent. Jacea* var. *angustifolia*, *Cent. nervosa*, *Cent. phrygia*, *Cent. nigrescens*, *Cent. alba* und *Cent. austriaca*.

e) Die Form auf *Cent. angustifolia* ging in unseren Versuchen auf diese Pflanze und *Cent. transalpina*, *Cent. nervosa*, *Cent. nigra*, *Cent. nigrescens* und vielleicht auch auf *Cent. rhenana* über.

Die letztgenannte Form steht also derjenigen auf *Cent. transalpina* biologisch so nahe, daß sie mit ihr vereinigt werden muß.

Aus dieser systematischen Übersicht der *Centaurea* Puccinien ergibt sich nun folgendes bemerkenswertes allgemeines Ergebnis: *Puccinia Jaceae* Otth und *Puccinia Centaureae* f. spec. *Transalpinæ* zwei morphologisch durchaus verschiedene Arten stehen einander biologisch sehr nahe, sind vielleicht in dieser Hinsicht identisch. Vom entwicklungsgeschichtlichen Standpunkt aus können wir also sagen, es liegt hier einer jener Fälle vor, wo zwei Spezies unabhängig vom Einfluß der Nährpflanzen durch Mutation entstanden sein müssen. Die morphologische Art erscheint hier nicht, wie sonst häufig bei den Uredineen, als Fortsetzung der biologischen<sup>1)</sup>.

Im Folgenden sollen nun die Resultate der morphologischen und biologischen Untersuchung einzeln besprochen werden.

*Puccinia Centaureae-vallesiaceae* nov spec.

In der nachstehenden Beschreibung dieser Art sind bloß diejenigen Eigenschaften erwähnt, in denen die neue Art von der bisherigen *Puccinia Centaureae* D.C. abweicht.

Pycnidiis melleis, sphaeroideis, diam circa 100 µ, amphigenis maculis flavis insidentibus.

Uredosporis 20—28 = 19—26 µ; poris germinationis tribus in medio dispositis, rarius duobus.

<sup>1)</sup> Vgl. über diese Frage Fischer, Ed., Die biologischen Arten der parasitischen Pilze und die Entstehung neuer Formen im Pflanzenreich. (Atti d. Soc. Elvet. d. Scienz. Nat. Locarno 1903) sowie Detto, C., Die Theorie der direkten Anpassung und ihre Bedeutung für das Anpassungs- und Deszendenzproblem. Jena 1904. S. 125.

Teleutosporis 26—44 = 16—30  $\mu$ ; poris germinationis in superiore parte cellulae.

Nährpflanzen: *Cent. vallesiaca*, *maculosa*, *rhenana*, *alba*, *cyanus* und *axillaris*.

Die neue Art unterscheidet sich also von *Pucc. Centaureae* D.C. in den Größenverhältnissen der Uredo- und Teleutosporen.

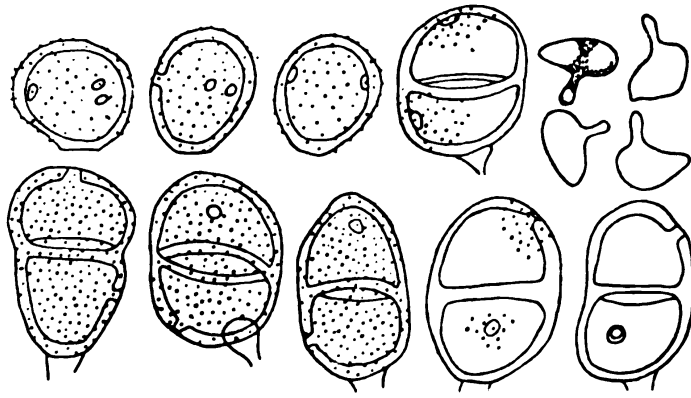


Fig. 7. *Puccinia Centaureae-vallesiaca* nov. spec. auf *Cent. vallesiaca*. Basidio-, Uredo- und Teleutosporen. Vergr. 540.

Biologisch stimmen die hier vereinigten vier Formen gut überein. Etwas abweichend verhielt sich, wie aus obiger Tabelle ersichtlich ist, bloß die Form auf *C. maculosa*, welche auch *C. axillaris* infizierte. Die Hauptnährpflanzen aber, zu denen ich *Cent. vallesiaca*, *C. rhenana*, *C. maculosa* und *C. alba* rechne, dürften

allen vier Formen gemeinschaftlich angehören. Wenn das in unsern Kulturversuchen nicht vollständiger erwiesen werden konnte, so ist der Grund darin zu suchen, daß die eine oder andere dieser Versuchspflanzen fehlte oder vorzeitig einging. Über die wichtige Frage nach der systematischen Stellung der Nährpflanzen

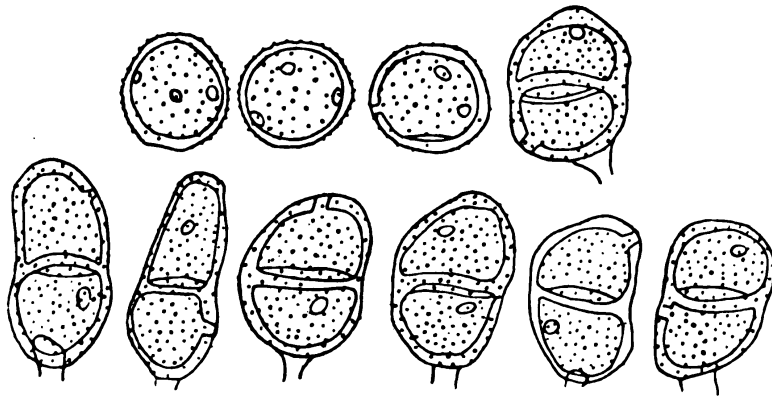


Fig. 7a. *Puccinia Centaureae-vallesiaca* nov. spec. auf *Cent. rhenana*. Uredo- und Teleutosporen. Vergr. 540.

von *Pucc. Centaureae-vallesiaca* ist folgendes zu sagen: *Centaurea vallesiaca*, *maculosa* und *rhenana* wurden schon von Christ in seinem „Pflanzenleben der Schweiz“, S. 462<sup>1)</sup> mit dem gemeinsamen

Namen *Centaurea maculosa* bezeichnet. Gremli<sup>2)</sup> vereinigte in seiner Exkursionsflora die Formen *Cent. maculosa* und *Cent. rhenana* unter dem Namen der ersten. Ebenso Schinz und Keller in der ersten Auflage der „Flora der Schweiz“<sup>3)</sup>. In der 2. Auflage<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Zürich 1882.

<sup>2)</sup> Exkursionsflora f. d. Schweiz. 7. Aufl. 1893.

<sup>3)</sup> Zürich 1900.

<sup>4)</sup> Zürich 1905.



dieses Werkes erscheinen die drei Formen wieder als gesonderte Arten, in der 3.<sup>1)</sup> dagegen werden sie als Subspecies einer und derselben Art, der *Centaurea Stoebe* L. beschrieben. Man ist also in der Systematik dieser Centaureen wieder zu der Auffassung zurückgekehrt, die Christ schon 1882 vertrat. Diese Tatsache ist gewissermaßen eine Bestätigung der von mir 1908 geäußerten Ansicht, daß die Puccinien auf diesen Centaureen identische Formen seien. Ihre Standorte sind geographisch getrennt, aber klimatisch nahe verwandt. *Cent. vallesiaca* ist eine Charakterpflanze der Walliser Felsenheide, *C. rhodantha* berührt die Schweiz nur in der trockenen Rheinebene bei Basel. *C. maculosa* bewohnt klimatisch ähnliche Gegenden des Bündnerlandes. *C. alba* wächst an dürren, steinigen Orten des südlichen Tessin. Auch in bezug auf die Entwicklungsdauer weichen die Nährpflanzen der Pucc. *Centaurea-vallesiaca* wenig voneinander ab. Es sind sämtlich ein- bis zweijährige Gewächse, nur *Cent. axillaris* perenniert.

Es fragt sich nun noch, ob und eventuell wie die vorstehende Art mit *Puccinia Cyani* Schleich auf *Cent. Cyanus* verwandt ist. Experimentell konnte ich diese Frage leider nicht entscheiden, obschon Infektionsmaterial zur Verfügung stand. Ich fand nämlich am 10. Juli 1905 bei La Crête-St. Germain oberhalb Sitten im Wallis eine Anzahl infizierter Blätter von *Cent. Cyanus*. Sie waren fast ausschließlich von Teleutosporen befallen und wurden daher überwintert. Am 1. Mai 1906 brachte ich sie auf eine Anzahl *Centaurea*-Arten — ohne Erfolg. Morphologisch unterscheidet sich Pucc. *Cyanus* von P. *Centaureae-vallesi-*

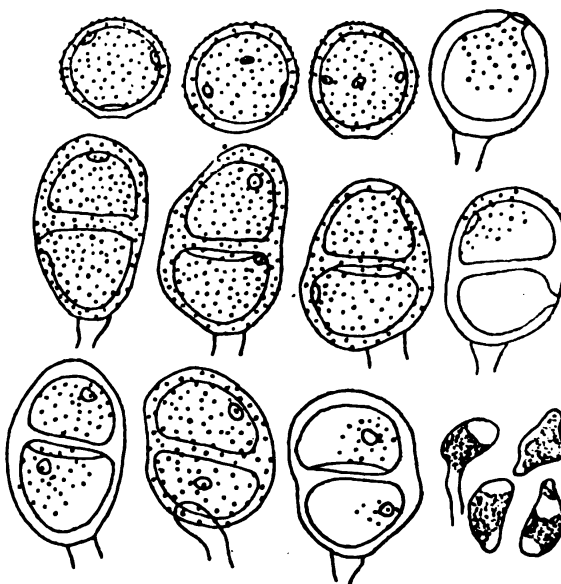


Fig. 7b. *Puccinia Centaureae-vallesiaca* nov. spec. auf *Cent. maculosa*. Basidio-, Uredo- und Teleutosporen. Vergr. 540.

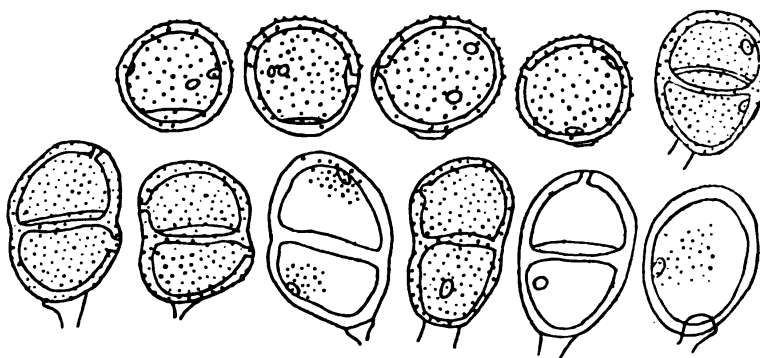


Fig. 7c. *Puccinia Centaureae-vallesiaca* nov. spec. auf *Cent. alba*. Uredo- und Teleutosporen. Vergr. 540.

<sup>1)</sup> Zürich 1914. T. II. Kritische Flora. S. 353.

cae durch die etwas dunklere und dickere Membran und die zahlreichen Wärrchen der Teleutosporen. Es bliebe noch zu untersuchen, ob auch die Uredosporen Unterschiede aufweisen.

#### *Puccinia Jaceae* Otth.

Von sämtlichen untersuchten *Centaurea*-Puccinien besitzt diese Art den größten Nährpflanzenkreis. Nicht weniger als elf Spezies sind in unsern Versuchen von ihr mehr oder weniger stark befallen worden<sup>1)</sup>. Sie nimmt im Hinblick auf die Spezialisierung unter den *Centaurea*-Puccinien eine ähnliche Stellung ein, wie *Puccinia praecox* unter den Euformen auf *Crepis*. Da die Hauptnährpflanze der *Pucc. Jaceae*, *Centaurea Jacea*, unter sämtlichen schweizerischen *Centaurea* Arten die häufigste und verbreitetste ist, so dürfte die Erikssonsche Erklärung der Spezialisierung auch für diese Art und überhaupt für die schweizerischen *Centaurea*-Puccinien zutreffen. Aus unsern Versuchen geht hervor, daß *Pucc. Jaceae* auf einige Nährpflanzen, wie z. B. *C. Cyanus* und *Austriaca*, nur schwach übergeht. Man könnte daher vermuten, daß die Infektion dieser Pflanzen von Sporen des Typus B herrühre, die man vereinzelt in der hier besprochenen Art findet. In diesem Fall dürfte natürlich *Pucc. Jaceae* nicht mehr als einheitliche morphologische Art betrachtet werden und ihre biologische Verwandtschaft mit *Pucc. Centaureae* f. sp. *Transalpinae* wäre in Frage gestellt. Nun hat aber die mikroskopische Untersuchung bewiesen, daß *P. Jaceae* Otth. bei Übertragungen auf die verschiedenen Nährpflanzen beinahe ausschließlich wieder Sporen vom Jackyschen Typus A erzeugt. Sie ist also eine wohl charakterisierte und konstante morphologische Art und nicht ein Gemisch zweier verschiedener Formen.

#### *Puccinia Centaureae* D.C.

##### a) *Puccinia Centaureae* f. spec. *Scabiosae*.

Dieser Pilz infizierte unter 19 Versuchspflanzen, die mit Uredo- und Teleutosporen geimpft wurden, nur *Cent. Scabiosa*. Seine Unfähigkeit *C. Jacea* zu befallen, die auch von Jacky<sup>2)</sup> experimentell nachgewiesen wurde, kann man gelegentlich auch im Freien beobachten. An dem mehrfach erwähnten Standort des Pilzes ob Bettwil (auf dem Lindenberg im Aargau) steht seine Nährpflanze unmittelbar neben einer Anzahl *Centaurea Jacea*, die ausschließlich von *Pucc. Jaceae* Otth befallen sind.

##### b) *Puccinia Centaureae* nov. f. spec. *nigrae*.

Die Nährpflanze dieser Uredinee, *Centaurea nigra*, ist in der Schweiz verbreitet aber nicht häufig<sup>3)</sup>. An dem schon erwähnten Fundort des Pilzes oberhalb Richenthal (Kt. Luzern) traf ich sie ausnahmsweise in Mengen längs eines dem Waldrand entlang führenden Weges. Die Pflanze wächst dort nach den Angaben von F. Mühlberg<sup>4)</sup> schon mindestens

<sup>1)</sup> Die Angabe Jackys, „Beitrag zur Kenntnis der Rostpilze. II.“ (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 17. 1907. S. 78 ff.), wonach *Puccinia Jaceae* Otth streng auf *Cent. Jacea* spezialisiert wäre, trifft also nicht zu.

<sup>2)</sup> l. c. 1907.

<sup>3)</sup> Vgl. Schinz u. Keller, l. c.

<sup>4)</sup> „Flora des Aargaus“. S. 94.

30 Jahre in großer Zahl. Bei meinem ersten Besuch jener Stelle im Spätherbst 1905 fand ich neben einer Anzahl sehr stark infizierter Pflanzen, auf denen der Pilz jedenfalls schon jahrelang schmarotzte, schwach oder gar nicht befallene Exemplare. Es deutet diese Beobachtung m. E. darauf hin, daß bei *Cent. nigra*, mehr als bei andern *Centaurea*-Arten, die individuelle Rostempfänglichkeit variiert. Auch unsere drei Kulturversuche mit dieser Art, in denen regelmäßig einige Nährpflanzen gesund blieben, sprechen für diese Annahme.

Als morphologische Eigentümlichkeit dieser Form sei hier nochmals erwähnt, daß der Porus der obern Zelle der Teleutosporen meist am oder beinahe am Scheitel liegt.

c) *Puccinia Centaureae*  
f. sp. *nervosae* E. Jacky.

In einem Versuch Jackys<sup>1)</sup> infizierte diese Form unter einer Reihe *Centaurea*-Arten nur *Cent. nervosa*. Meine Versuchsreihe XIV bestätigt nun dieses Resultat für eine weitere Anzahl *Centaurea*-Arten.

Bezüglich der Morphologie ist zu bemerken, daß die Teleutosporen dieser Form, wie ihre Kurve beweist, etwas schmaler sind als die der übrigen Formen.

d) *Puccinia Centaureae* nov. f. sp. *Transalpinae*.

Die drei Versuchsreihen mit dem sehr reichlichen Infektionsmaterial von *Centaurea transalpina* ergaben ein völlig unerwartetes und zum Teil unerklärliches Resultat. Während nämlich die Infektion auf der primären Nährpflanze im ersten Versuch (VIII) ganz und in den beiden übrigen auf einem Teil der verwendeten *Cent. transalpina* ausblieb, erfolgte sie auf *Centaurea Jacea*, *Cent. Jacea* var. *angustifolia* und *nervosa* mit einer einzigen Ausnahme (*Cent. Jacea* IX 3 ein schwächliches Exemplar, auf dem es nicht zur Sporenbildung kam) prompt und ziemlich stark. Man könnte daher annehmen, die ursprüngliche Nährpflanze dieses Pilzes sei nicht *Cent. transalpina*, sondern *C. Jacea* oder *nervosa* und er habe sich an seinen jetzigen Wirt noch nicht recht angepaßt. Gegen diese Vermutung spricht aber der Umstand, daß *Cent. transalpina* in ihrem schweizerischen Verbreitungsgebiet im südlichen Tessin<sup>2)</sup> häufig und stark infiziert gefunden wird. Ich habe auf 2 Exkursionen

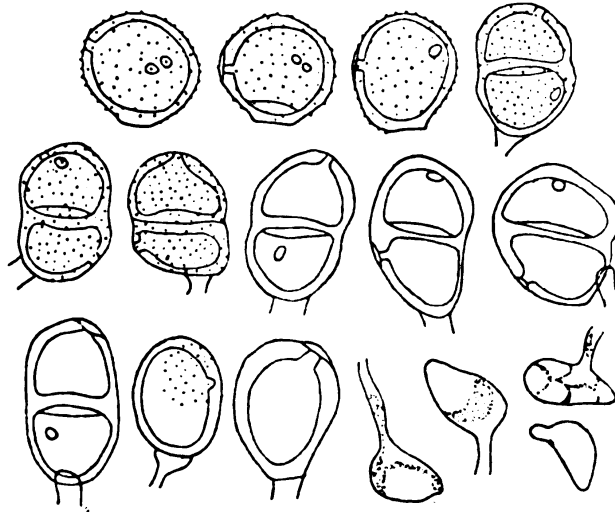


Fig. 8. *Puccinia Centaureae* nov. f. spec. *Nigrae* auf *Cent. nigra*. Basidio-, Uredo- und Teleutosporen. Vergr. 540.

<sup>1)</sup> l. c. I.

<sup>2)</sup> Vgl. Schinz u. Keller, l. c. S. 532.

im Tessin an allen Orten, wo ich sammelte, bei Orselina, Locarno, Bellinzona, Lugano und im Maggiathal sehr viel reichlich befallene Exemplare dieser Pflanze gesehen. Es ist daher wahrscheinlich, daß die Infektion einiger *Cent. transalpina* nur ihrer individuell abweichenden Eigenschaften wegen nicht gelang. Man muß hier, ähnlich wie bei *Cent. nigra*, rostempfindliche und immune Individuen unterscheiden<sup>1)</sup>.

Die Form auf *Cent. Jacea* var. *angustifolia*, mit der ich ebenfalls experimentierte, steht morphologisch und biologisch der auf *C. transalpina* lebenden *Puccinia* so nahe, daß ich kein Bedenken trage, beide zu einer forma specialis zu vereinigen. Von den 5 durch unsere Versuche sicher nachgewiesenen Nährpflanzen der Form auf *C. Jacea* var. *angustifolia* sind 4 zugleich solche der auf *C. transalpina*

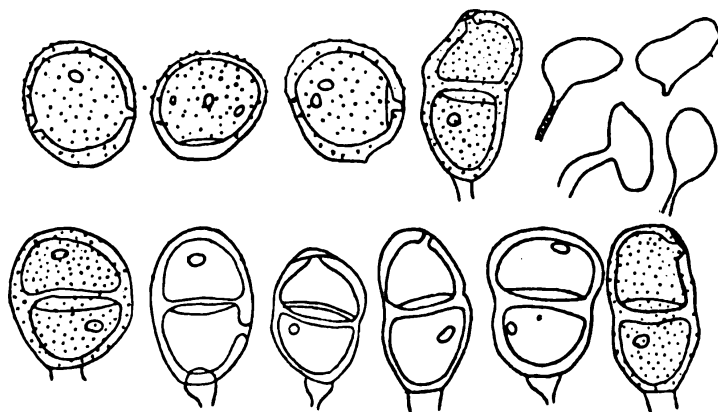


Fig. 9. *Puccinia Centaureae* nov. f. spec. *Transalpinae* auf *Cent. transalpina*. Basidio-, Uredo- und Teleutosporen. Vergr. 540.

lebenden Art. Dabei ist interessant, daß die Impfversuche mit der ersten Form einen raschern und sicherern Erfolg auf *C. transalpina* aufwiesen als auf *C. Jacea* var. *angustifolia*, während umgekehrt der Pilz auf *C. transalpina* *C. Jacea* var. *angustifolia* immer, die Pflanze aber, von

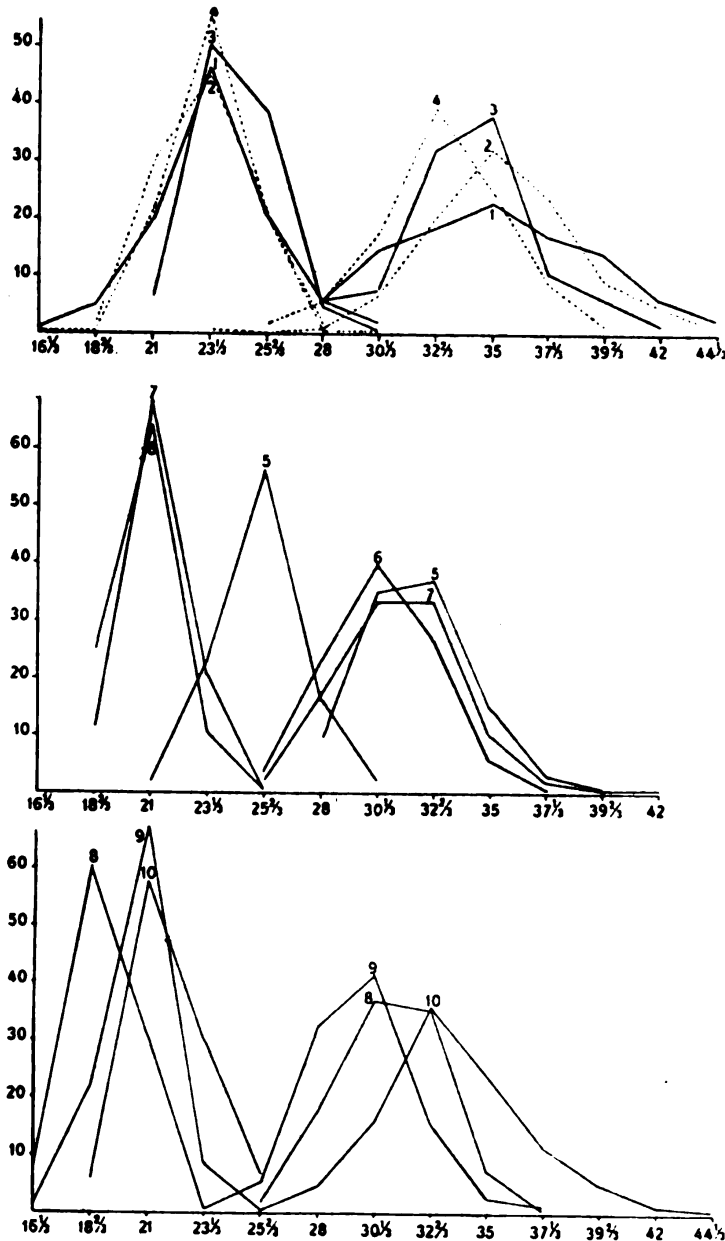
der er stammte, gelegentlich nicht infizierte. Wider Erwarten ging in unsern 2 Kulturversuchen die Form von *C. Jacea* var. *angustifolia* nicht auf *C. Jacea* über. In Anbetracht der nahen Verwandtschaft dieser beiden *Centaurea*-Arten halte ich es aber doch für sehr wahrscheinlich, daß bei fortgesetzten Kulturversuchen der Übergang des Pilzes von der Varietät auf die Stammform sich hätte nachweisen lassen.

Anhangsweise mögen hier noch einige Notizen über zwei weitere *Centaurea*-Puccinien, nämlich die Formen auf *Cent. aspera* und *Cent. calcitrapa* L. folgen. Material von beiden verdanke ich der Güte des Herrn Prof. Ed. Fischer, der die infizierten Exemplare im Juni 1908 in der Umgegend von Montpellier gesammelt hatte. *Cent. aspera* war ausschließlich von Uredo befallen. Messungen ergaben für diese die Dimensionen 21–26 = 19–26  $\mu$ ; Keimporen meist 3 median gelegen. Die Form gehört also vielleicht zu *Puccinia Centaureae-vallesiaca*.

Auf *Cent. calcitrapa* hatten sich neben den Uredo- auch schon zahlreiche Teleutosporenlager gebildet. Die Größenverhältnisse beider Sporenformen stimmten mit denen von *Puccinia Centaureae* D.C. überein, dagegen ist die Zahl der Uredosporen mit bloß zwei Keimporen bei dem Pilz auf *C. calcitrapa* größer als bei den übrigen Formen der *Pucci-*

<sup>1)</sup> Vgl. W. Müller, l. c.

*nia Centaureae* D.C. Ferner ist die Lage des Keimporus der Teleutosporenbasiszelle unregelmäßiger als bei den andern untersuchten Formen. Aus diesen Gründen muß der Pilz auf *Cent. calcitrapa* vielleicht als besondere Art *Puccinia Calcitrapae* D.C. aufgefaßt werden. Auf diese



Kurve II.

Möglichkeit macht auch E. d. Fischer in seinen „Uredineen der Schweiz“ pag. 223 aufmerksam. Er erwähnt dort eine Form auf *C. calcitrapa*, die meist 2, nicht selten jedoch 3 Keimporen an den Uredosporen aufweist“. Bei dem mir zur Verfügung stehenden Material war das Zahlenverhältnis der drei zu den zweikeimporigen Uredosporen gerade umgekehrt. Es müssen daher vielleicht sogar zwei morphologische Arten auf *Cent. calcitrapa*

unterschieden werden. Eine Entscheidung dieser Frage wird aber erst nach weitem Beobachtungen und Untersuchungen an Material von verschiedenen Standorten des Pilzes möglich sein. Auch seine biologischen Verhältnisse sind noch zu erforschen. Ich habe zwar im Sommer 1911 einen Kulturversuch mit Uredosporen von *C. calcitrapa* stammend unternommen. Diese Sporen befanden sich neben zahlreichen Teleutosporen auf einigen *C. calcitrapa* im botanischen Gartn ein Zürich. Morphologisch stimmte dieses Material mit demjenigen von Montpellier überein. Die Sporen wurden am 1. Juli 1911 auf folgende Pflanzen verstäubt: *Cent. vallesiaca*, *maculosa*, *Jacea*, *Cyanus*, *melitensis*, *nigra*, *montana* und *transalpina*. Schon am 2. Juli waren die Uredosporen auf dem Objektträger gekeimt. Das Versuchsergebnis war aber völlig negativ. Noch 4 Wochen später zeigte keine einzige der verwendeten *Cent.* Arten eine Spur von Infektion. Da indessen die Hauptnährpflanze bei diesem Kulturversuch nicht zur Verfügung stand, so ist es auch nicht wohl möglich nach dieser einzigen Versuchsreihe Bestimmtes über die Spezialisierung dieser Art zu sagen.

Die vorstehenden Kurven, welche die Breiten- und Längenvariation von je 150 Teleutosporen der hier untersuchten *Centaurea*-Puccinien darstellen, sind analog denjenigen der *Crepis*-Puccinien (s. oben) konstruiert. Die Zahlen bezeichnen folgende Arten:

- 1 = *Puccinia Centaureae-vallesiaca* nov. spec. auf *Cent. vallesiaca*.
- 2 = *Puccinia Centaureae-vallesiaca* nov. spec. auf *Cent. rhennana*.
- 3 = *Puccinia Centaureae-vallesiaca* nov. spec. auf *Cent. maculosa*.
- 4 = *Puccinia Centaureae-vallesiaca* nov. spec. auf *Cent. alba*.
- 5 = *Puccinia Jaceae* Otth auf *Cent. Jacea*.
- 6 = *Puccinia Centaureae* nov. f. spec. *Transalpinae* auf *Cent. Jacea*.
- 7 = *Puccinia Centaureae* nov. f. spec. *Transalpinae* auf *Cent. transalpina*.
- 8 = *Puccinia Centaureae* f. spec. *Nervosae* E. Jacky auf *Cent. nervosa*.
- 9 = *Puccinia Centaureae* nov. f. spec. *Nigrae* auf *Cent. nigra*.
- 10 = *Puccinia Centaureae* f. spec. *Scabiosae* auf *Cent. Scabiosa*.

Nachdruck verboten.

## Coclinius niger Nees als Schmarotzer (natürlicher Feind) der Weizenhalmfliege.

Von Dr. Oberstein,

Leiter der Saatstelle und Saatkartoffelstelle der Landw.-Kammer f. d. Prov. Schlesien.

Mit 1 Textfigur.

Es erregte berechtigtes Aufsehen, als, nach dem epidemischen Massenauf-treten der Weizenhalmfliege (*Chlorops taeniopus* Meig.) 1910/12, im Jahre 1913 das gefürchtete Insekt in Schlesien plötzlich wie von der Bildfläche verschwunden erschien (zu vgl. das Sammelreferat des Verf. in der Zeitschrift „Schlesien“ Bd. 7. 1914. S. 609/14 „*Piesma capitata* und *Chlorops taeniopus*, zwei Ackerschädlinge Ostdeutschlands“).

Nahe lag es, hierfür einen natürlichen Feind der gelben Halmfliege verantwortlich zu machen. Aber gerade für diesen, insbesondere in Oberschlesien und den schlesischen Gebirgskreisen zeitweise weitverbreiteten Schädling nennt das klassische P. Sorauersche Handbuch der Pflanzenkrankheiten (Bd. III, L. Reh, Die tierischen Feinde, 1913, S. 412) merkwürdigerweise keinen einzigen Parasiten, während für *Meromyza americana* (sog. Greater wheat-stem-maggot) gleich darauf einer, *Coelinus meromyzae* Forb., angegeben ist.

Bereits 1871 aber ist im Selbstverlage der k. k. zoolog.-botanischen Gesellschaft in Wien eine monographische Arbeit Prof. Dr. Max Nowickis-Krakau erschienen „Über die Weizenverwüsterin *Chlorops taeniopus* Meig. und die Mittel zu ihrer Bekämpfung“. Hier schreibt der genannte Autor unter der Überschrift „Zutun der natürlichen *Chlorops*-feinde“ (a. a. O., S. 46) u. a. das Folgende:

„Zur Verminderung der *Chlorops taeniopus* sind in erster Linie einige kleine Schlupfwespen (Ichneumoniden) tätig, indem sie die verborgenen *Chlorops*maden aufsuchen und in dieselben ihre Brut absetzen, welche den Schädling in beiden Generationen gleichsam im Keime vernichtet. Hierdurch werden sie Freunde und Wohltäter des Landwirtes und verdienen es in vollem Maße, daß er sie kennen lerne und zum eigenen oder anderer Vorteile ja nicht umbringe, da es um ein nützliches getötetes Tier immer und überall schade ist. Wie die anmutigen Meisen durch rastlose Tätigkeit die Bäume von Eiern schädlicher Insekten reinigen, was der Mensch fast gar nicht auszuführen imstande wäre, ebenso vertreten ihn die Ichneumoniden im Vertilgen der *Chlorops*-larven. — Naturhistorisch gebildete Landwirte wissen um den besagten Gang der Dinge in der Natur. Doch ist dabei zu bedauern, daß sie mitunter auf das Zutun der Schlupfwespen, wie andere auf Witterungsverhältnisse, eben zu viel bauen und ihnen allein die Herstellung des Gleichgewichtes überlassen möchten. Dies wäre freilich eine bequeme Sache, erwägt man aber, daß bei der jetzigen endlosen Vermehrung der *Chlorops* die Tätigkeit der Schlupfwespen, so ersprießlich sie auch sei, keineswegs eine Verminderung des Schädlings herbeiführen könne, so ist es klar, daß im Interesse des allgemeinen Wohls diejenigen Landwirte heilsamer verfahren, welche gegen den Schädling einen direkten Kampf aufnehmen und diesen auch siegreich zu bestehen bestrebt sind.“ . . .

Näheres über die Artzugehörigkeit in *Chlorops taeniopus* parasitierender Hymenopteren brachte neuerdings eine „Mitteilung der K. K. Pflanzenschutzstation Wien“ (Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. 2, 1915: S. 390/412): „Verzeichnis der an der K. K. Pflanzenschutzstation in Wien erzeugten parasitischen Hymenopteren“ von F. Ruschka und L. Fulmek. Hier werden Ichneumoniden im engeren Sinne nicht genannt, dagegen hauptsächlich Braconiden (a. a. O., S. 394): 1. *Coelinus niger* Nees für Böhmen, 1910<sup>1)</sup>, 2. *Dacnusa areolaris* (Nees) Hal., 3. *Dacnusa tristis* (Nees) Marsh. für Galizien 1911, ferner von Chalcididen (a. a. O., S. 399) *Stenomalus laetus* Ruschka, für Galizien, 1911. —

Am 22. Juli 1916 sandte Herr Oberinspektor Titz-Warmuntowitz, Kr. Gr-Strehlitz O.-S., an die Agrikultur-botanische Station Breslau „angeblich Wild-beschädigte Gerstenähren. Dieselben wiesen am obersten Internodium *Chlorops*-Larvenfraßgänge und -Puppen, in den Körnern übrigens auch *Oscinis* frit-Schädigung auf. Aus den *Chlorops*puppen erzog ich nun außer *Chlorops*imagines einen Schmarotzer, den Herr Prof. R. Dittrich-Breslau die Liebenswürdigkeit hatte, als *Coeli-*

<sup>1)</sup> Vgl. auch Fulmek, Wien. landw. Zeitg. Bd. 60. 1910. S. 726. (Zit. nach E. Riehm.)

nus niger Nees zu bestimmen. Auch an dieser Stelle sage ich dem genannten Forscher für seine Mühewaltung nochmals verbindlichsten Dank! Dittrich nennt unter den schmarotzenden Hymenopteren von Chloropsfeinden außer den oben genannten Braconiden noch (4) *Blacus brachiatatus* Rond., bemerkt aber dazu, daß dies Tier nach André in seiner systematischen Stellung sehr unsicher sei, da die angegebenen langen Fühler nicht mit *Blacus* stimmten (s. u.) Zu seiner Bestimmung *Coel. niger* erwähnt er, daß nach Schmiedeknecht die Unterschiede der *Coelinus*arten nicht sehr sicher seien. „Die *Coelinus* sollen sehr gemein sein, und das würde darauf deuten, daß sie bei häufigen Tieren schmarotzen“.

Über die Biologie der genannten Chlorops-Schmarotzer findet sich bei O. Schmiedeknecht (Chr. Schröder, Die Insekten Mitteleuropas, insbesondere Deutschlands. II. Hymenopteren. T. 2, 1914, S. 191),



Die Schlupfwespen (*Ichneumonidae*) Mitteleuropas, insbesondere Deutschlands, nichts Näheres angegeben. Nur im allgemeinen Teil heißt es (a. a. O., S. 174) über diese „eminente nützliche“ Schlupfwespenfamilie, daß die Braconiden vorzugsweise in Schmetterlingsraupen, viele auch in Dipterenlarven, namentlich Pilzmücken, schmarotzen.... Mit bezug auf die Nowickische Erwähnung der „Ichneumoniden (Schlupfwespen)“ als Chloropsfeinde seien aber hier noch einige Worte Schmiedeknechts zitiert, nach denen ein nur einigermaßen geübtes Auge auch ohne nähere Untersuchung einen Braconiden ohne weiteres von einem Ichneumoniden unterscheiden könne (a. a. O., S. 170). Die ersteren

sind durchweg kleine und zarte Tiere, wenigstens was die heimischen Formen betrifft —, und nur wenige von diesen.. erreichen Mittelgröße.... Aber auch die kleinen Ichneumonidenarten sind unschwer als solche zu erkennen, weil ihnen allen ein viel lebhafteres Wesen eigentümlich ist, was den Braconiden abgeht, bei denen sich durchweg eine Trägheit der Bewegungen, im besonderen auch des Fluges, kundgibt. Lebhaftere Farben fehlen den Braconiden, schwarz, braun und braungelb bilden das Kolorit; nirgends finden wir das lebhaftere Weiß, Gelb und Rot, die zierlichen Farben-Kontraste, namentlich den weißen Antennenring und das weiße Schildchen, wie es so vielen Ichneumoniden eigentümlich ist“.... Die bekannteste Braconide ist ja der *Apanteles glomeratus* L., dessen gelbe Kokons als sog. „Raupeneier“ der Kohlweißlingsraupen bekannt sind. In ihm schmarotzt u. U. wieder eine kleine Ichneumonide (*Hemiteles fulvipes* Grav.)

Nowickis Angabe über „Ichneumonidenfeinde“ von Chlorops ist wohl als weiterer Begriff (zu vgl. Schmiedeknechts Buchtitel) zu deuten und nicht als — dann allerdings unzutreffende — engere Familienbezeichnung. Es wäre der von Schmiedeknecht (a. a. O.) freilich auch nicht streng und eindeutig gebrauchte Name Ichneumoniden für den weiteren Begriff m. E. vorzuziehen, um Unklarheiten zu vermeiden.

Otto Schmiedeknecht bringt über die hier in Betracht kommenden Gattungen auch in seinem Werke „Die Hymenopteren Mitteleuropas“ (1907, S. 534/35) nur wenige biologische Daten. Über *Coelinus* wird gesagt „Alle Arten sind schwarz, Hinterleibsmitte zuweilen gelblich; einige



gehören zu den gemeinsten Braconiden“. — Über *Dacnusa*: „Hierher zahlreiche Arten, deren Unterscheidung große Schwierigkeiten bereitet“. — Über *Blacus* (a. a. O., S. 524) und *Stenomalus* (a. a. O., S. 477) fehlen nähere Angaben. In dem angezogenen neueren Werk (a. a. O., S. 191) heißt es auch nur: „die wenigen Arten sind nicht scharf geschieden; sie sind nicht selten“ (*Coelinus*) und „zahlreiche schwer unterscheidbare Arten“ (*Dacnusa*). Bei *Blacus* (a. a. O., S. 186): „In Deutschland ungefähr 10 Arten von brauner oder gelbbrauner Färbung, die bei Schmetterlingen und Käfern, besonders Rüsselkäfern, schmarotzen“.... Parasitismus bei Dipteren wird also nicht erwähnt (s. o.) Unter den Chalcididen, den „Kolibris“ der Ichneumoniden, wird *Stenomalus* hier gar nicht erwähnt.

Für die landwirtschaftliche Praxis gibt Nowicki nun in einer Bemerkung (a. a. O., S. 46) mit bezug auf die beregten Chloropsfeinde nach älteren Ausführungen Karl Russ' (Schles. Landw. Zeitung 1864, No. 41/42; Wilda und Krockers Centralbl. 1864. D.-H. 12) folgende Anregungen:

„Nach dem Vorbilde des Verfahrens der Forstwirte beim Raupenfraß dürften auch die Landwirte sich selbst den sichersten Beweis dafür liefern können, ob der arge Feind im nächsten Jahre wieder kommen wird oder nicht —! Nach der vortrefflichen Anleitung Ratzeburgs sammeln nämlich die Forstwirte bei bedeutend erscheinenden Raupenverheerungen eine große Anzahl von Raupen und Puppen ein und bewahren dieselben in verschlossenen Gläsern sorgfältig auf, um die aus denselben sich entwickelnden Schlupfwespen zu zählen. Zeigen sich dann nur 15—25 Proz. der Raupen von den Schmarotzern befallen, so ist fürs nächste Jahr immerhin eine Fortsetzung des Raupenschadens zu erwarten, während derselbe nach den sichersten Erfahrungen als bestimmt beseitigt betrachtet werden darf, sobald nur 25—30 Proz. der Raupen Schlupfwespeneier enthalten. Man ist dann sogar so sicher, daß man das Raupensammeln völlig einstellt und fest darauf baut, der Wald werde sich ganz von selbst reinigen.

Warum soll dasselbe nicht auch bei den Weizenfeldern der Fall sein?! Immerhin dürfte es sich der Mühe verlohnen, den Versuch zu unternehmen. Man möge nur im Spätherbst, Frühjahr oder noch später, kurz vor dem Ausschlüpfen die Larven oder Puppen aus dem beschädigten Getreide einsammeln, immer wolle man die daraus sich entwickelnden vollkommenen Insekten sorgsam beobachten. Der sichere Unterschied zwischen der schädlichen Fliege einerseits und der nützlichen Schlupfwespe andererseits ist auf den ersten Blick zu erkennen: Die erstere hat nur zwei Flügel, während die letztere deren vier besitzt.

Hiernach wolle man nun beide zählen — und nach den Prozenten der eingesammelten ebenso wie die Forstwirte, die der kommenden berechnen.“

Speziell für die Weizenhalmfliege und deren Unterscheidung von schmarotzenden Braconiden erleichtert neben dem auffallenden Gestalts- auch noch der Farbenunterschied selbst dem Laien diese Arbeit sehr. Sind doch die gelben Halmfliegen gelb-schwarz; *Coelinus niger* ist aber, wie der Artname sagt, einfarbig schwarz. Wir würden in dem öfteren Nachweis ausgekommener Schmarotzerwespen demnach ein praktisch wichtiges Prognostikon für den weiteren Verlauf bzw. das Aufhören einer Epidemie haben, für den Fall auch, daß die „biologische Bekämpfung“ — nach nordamerikanischem Muster — versagte. Auf alle Fälle verdienen solche Fragestellungen aber das erhöhte Interesse der Praxis und der Wissenschaft. Sie vertiefen nicht nur unsere Erkenntnis um das Walten der geheimnisvollen Natur; sie können auch, wie das Beispiel der Vereinigten Staaten, des

„klassischen Landes der Schädlingsbekämpfung“, zeigt, u. U. praktische Ergebnisse von ungeheurer Wichtigkeit zeitigen. Nennt doch Gutsbes. K o - n o p k a und Oberförster F i r g a n e k (zu vgl. N o w i c k i a. a. O., S. 47) u. a. auch Coccinelliden (bei uns als „Brotkäferle“, Marienkäfer, Sonnenkindchen bekannt) unter den C h l o r o p s feinden!

#### Figurenerklärung.

Coelinius niger Nees (oben), aus Chlorops taeniopus Meig.-Puppen (s. u.) erzogen.  
Phot. Oberlehrer Dr. Frdr. Bauer, Augustaschule, Breslau.

(G. C.)

Nachdruck verboten.

## Der Thallus von *Didymella Lettauiana* Keißl.

Von Studienrat Dr. E. Bachmann.

Mit 6 Textfiguren.

Als ich den Nachweis<sup>1)</sup>, daß der Flechtenschmarotzer *Pharcidium lichenum* Arn. unmittelbar auf dem Solnhofener Plattenkalk ein äußerst genügsames Saprophytendasein führen könne, bekannt gegeben hatte, wurde ich von Herrn Dr. v. Keißler in Wien auf einen interessanten Organismus aufmerksam gemacht, der schon mehrere Jahre vorher von ihm beschrieben<sup>2)</sup> worden war, auf *Didymella Lettauiana* nov. spec. Er ist von Lettau bei Ilmenau entdeckt worden und kommt daselbst auf Porphyr und Porphyrtuff vor. Von beiden Unterlagen sind mir Fundstücke zur Verfügung gestellt worden, von ersterer durch Herrn Dr. v. Keißler, von letzterer durch Herrn Dr. Lettau, wofür ich auch hier genannten Herren bestens danke.

Wie aus der Überschrift seiner Arbeit hervorgeht, zählt Keißler die *Didymella Lettauiana* zu den Flechtenparasiten, auf S. 212 sagt er ausdrücklich: „Der Stein, dem der Pilz aufsitzt, ist von einem mit freiem Auge nicht sichtbaren, dünnen Flechtenthallus, dessen nähere Bestimmung nicht sicher möglich ist, überzogen“ und in der Diagnose heißt es: „ad lapidem thallo lichenoso (*Catillaria chalibaeae* Arn.?) tenuissimo vix visibili invasam.“ Daß er sich jedoch in dieser Annahme schon damals nicht ganz sicher gefühlt hat, geht aus einer brieflichen Mitteilung vom 22. Dezember vorigen Jahres hervor, in der es heißt: „Derselbe (*Didymella Lettauiana*) brachte mich in rechte Verlegenheit, da ich nicht wußte, ob mir ein Pilz vorliege, der direkt auf dem Stein wachse, oder ein Flechtenparasit, der einem kaum wahrnehmbaren Thallus aufsitze.“

Während sich Keißler bei seinen Untersuchungen der systematischen Stellung des Pilzes naturgemäß hauptsächlich auf die Perithezien beschränkt hat, habe ich auf seine Veranlassung die des Thallus übernommen, bin aber dabei auf Schwierigkeiten gestoßen, die bei der Untersuchung von *Pharcidium lichenum* nicht zu überwinden waren. Bei dieser bedurfte es nur des Einlegens pilzbewachsener Kalkstückchen in Salzsäure, um den ganzen

<sup>1)</sup> Bachmann, E., Ein kalklösender Pilz. (Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. Bd. 34. 1916. S. 582ff.)

<sup>2)</sup> Keißler, Karl von, Über einige Flechtenparasiten aus dem Thüringer Wald. (Centralblatt f. Bakt. Abt. II. Bd. 27. 1910. S. 211 ff.)

Organismus einschließlich der zartesten Rhizoiden vom Stein zu trennen, worauf er nach erfolgter Entwässerung leicht in Paraffin eingebettet werden konnte. Von Porphyr und Porphyrtuff aber mußten die Lagerteilchen mittels eines Skalpells von der Unterlage abgehoben oder abgekratzt werden, wobei die mit dem Stein verwachsenen tieferen Lagerteilchen an diesem haften blieben, oder es blieben Steinpartikel an den abgehobenen Lagerteilchen hängen, wodurch das Schneiden mit dem Mikrotom zur Unmöglichkeit wurde. Weichte man die Lagerteilchen erst mit warmem Wasser auf, so ließen sie sich zwar vollständiger abheben, mußten aber nachher erst in einer großen Zahl von Flüssigkeiten entwässert werden, ehe die Einbettung in Paraffin erfolgen konnte. Bei der außerordentlichen Kleinheit der abgehobenen Stücke gingen dabei viele verloren. Außerdem wurde die Orientierung im Paraffin für den Querschnitt erschwert, weil man den winzigen Stückchen



Fig. 1. Ein Perithezium von der Unterseite des Porphyrtuffs mit zerstreuten punktförmigen und linienförmigen Lagerteilen. a = eine Lücke in dem größten Lagerstrom. 40/1.



Fig. 2. Ein Lagerhügel, halb aufgehellt, von oben gesehen. 320/1.

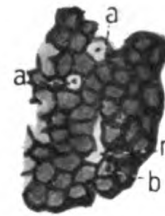


Fig. 3. Ein Lagerhügel im Querschnitt. Zeichenerklärung im Text. 500/1.

oft nicht mehr ansehen konnte, wie sie vorher auf dem Stein gesessen hatten. Deshalb habe ich es zuletzt vorgezogen, die lufttrockenen Lagerteilchen von der Unterlage unmittelbar in das Paraffin zu übertragen. Allerdings fehlen dann immer die tieferen Lagerteile, aber das unvollständige Bild, das die Querschnitte vom Bau des Lagers geben, konnte wenigstens einigermaßen durch Quetschpräparate von möglichst tief abgehobenen und vorher aufgeweichten Thallusteilen ergänzt werden.

Unter der Lupe betrachtet, besteht das Lager aus isolierten schwarzen Pünktchen und Linien, bei 40facher Vergrößerung ebenso (Fig. 1), nur daß die Zahl der dunklen Gebilde gewachsen ist, die Pünktchen stellenweise reihenförmige Anordnung aufweisen, die größeren Punkte hügelartig und die größeren Linien stromartig aussehen. Niemals jedoch macht die Gesamtheit der Lagerteile den Eindruck eines kreisrunden Mycel, wie bei *Phacidium lichenum* oder bei einer gekeimten *Penicillium*-spore. Es sieht aus, als ob sie untereinander nicht zusammenhängen.

Die punktförmigen Lagerteile sind niedrige Hügel (Fig. 2), deren Zellstruktur erst nach Aufhellung mit Chlorkalklösung und Salzsäure erkennbar wird, deutlich aber auch nur am Rande. In feinen Mikrotomschnitten (2,5 bis 5  $\mu$ ) erweisen sie sich aus sehr dickwandigen Zellen, die zu einem lückenlosen Paraplektenchym vereinigt sind, zusammengesetzt. Der in Fig. 3 dargestellte Querschnitt hatte in der Mitte eine Höhe von 76,8  $\mu$ , etwas weiter seitwärts 80,64  $\mu$ , bei 117,44  $\mu$  Querdurchmesser und enthielt vom Grund bis zur Spitze 6 bis 7 Zellen übereinander, aber nie in senkrechten Reihen angeordnet. Sie sind ungefähr isodiametrisch und besitzen innerhalb einer

zweischichtigen Membran ein enges, protoplasmaerfülltes Lumen. Die äußere Membranschicht ist braunschwarz und sehr spröde, die innere farblos und fein geschichtet. In ihrem Mittelpunkt erscheint das Protoplasmaeklümpchen nach der Färbung mit Eisenalaun und Hämatoxylin als nadelstichfeines Pünktchen, wie nur an 2 Zellen (a) des Gewebes zu sehen ist. An diesen beiden Zellen muß das Messer des Mikrotoms so geführt worden sein, daß es die braune Vorder- und Hinterwand, nämlich die dem Deckglas und die dem Objektträger zugewendete Wand hinweggenommen hat. Wenn nur die Vorderwand weggenommen worden ist, sieht man das Protoplasmaeklümpchen innerhalb einer hellbraunen Umgebung (b).

Wie spröde die braune Membranschicht ist, geht daraus hervor, daß in der ganzen Schnittserie durch den kleinen Lagerhügel nur der in Fig. 3 dargestellte Schnitt bis auf einen kleinen Riß (r) intakt geblieben war, während alle anderen unter dem Druck des Messers mehr oder weniger, meistens aber stark zertrümmert worden waren.



Fig 4. Ein Lagerstrom, schwach aufgehellt, von oben gesehen. 78/1.

Ein stromartiges Lagerstück, von oben gesehen veranschaulicht Fig. 4. Es stammt von der Unterseite des Porphyrtuffs und zog sich zwischen zwei etwa 1,5 cm voneinander entfernten Perithezien hin, reichte aber weder bis zu dem einen noch bis zu dem anderen und ist nach längerem Aufweichen mittels warmen Wassers durch Abkratzen erhalten worden. Der kürzere Arm des geweihartig verzweigten Lagerstücks war 496  $\mu$ , der längere 744  $\mu$  lang, jener 93  $\mu$ , dieser 85 bis 108,5  $\mu$  breit. Das ganze Gebilde war so dunkel-

braun, daß von Zellstruktur nirgends etwas zu erkennen war, außer an einigen Randstellen und Einbuchtungen. Erst nach Aufhellung mit Chlorkalklösung und Salzsäure zeigte sich, daß das Gewebe größtenteils aus einem Paraplektenchym bestand gleich dem des vorher beschriebenen Thallushügels, daß es aber an zwei Stellen aus langen, hyphenartig gestreckten, nichtsdestoweniger auch dunkelbraunen und dickwandigen Zellen bestand.

Zu beiden Seiten hingen dem Lagerstück kleine Steinteilchen an, von Algen und Flechtenanfängen war jedoch nicht das geringste zu sehen, auch nicht, als das Präparat durch vorsichtigen Druck zerquetscht worden war. Wohl aber traten dann an den Enden und Seiten farblose Zellen hervor, teils von rundlicher Gestalt, größtenteils aber an den Enden des Lagerstücks von rein hyphenartiger Beschaffenheit. Diese Hyphen sind 4 bis 5,5  $\mu$  dick, außerordentlich dickwandig, wenig verzweigt, laufen untereinander fast parallel und haben ein äußerst enges, plasmaerfülltes Lumen. Hyphen von weniger als 4  $\mu$  Dicke habe ich nicht zu sehen bekommen: die Dicke und die Dickwandigkeit sind demnach Kennzeichen dieser farblosen Didymellahyphen.

Beiderlei Zellen dieses Lagers sind durch große Quellbarkeit ausgezeichnet: Ein trockener, brauner Gewebestreifen von 19  $\mu$  Breite verbreiterte sich bei Zusatz von Wasser mit momentaner Heftigkeit auf 30,4  $\mu$  Breite, was abgerundet ein Breitenverhältnis von 5 : 8 ergibt. Wenn die Quellung nach den drei Richtungen des Raumes in gleichem Maße erfolgt ist, was bei der

isodiametrischen Form der Zellen wohl angenommen werden darf, so würde das eine Volumenzunahme von  $5^3 : 8^3 = 125 : 512$ , rund  $= 1 : 4$  ergeben.

Auch die farblosen Hyphen sind stark quellbar. Bei einer derselben verhielt sich die Dicke im trockenen und feuchten Zustand wie 3 : 4, bei einer zweiten wie 4 : 5,5. Die Längsquellung war nicht nennenswert, man darf also bei den Hyphen nur eine Quellung nach 2 Richtungen des Raumes annehmen. Demnach würden sich die Volumina der trockenen und befeuchteten Hyphen wie  $3^2 : 4^2$ , resp. wie  $4^2 : 5,5^2$ , das ist wie 9 : 16, resp. wie 16 : 30,25 verhalten. Daraus muß geschlossen werden, daß vor allem die dickwandigen, braunen Zellen des *Didymella* lagers die Aufgabe haben, in Zeiten von Wasserüberfluß dieses rasch aufzunehmen und nachher lange festzuhalten.

Eine ähnliche Bedeutung hat jedenfalls ein korkartiges Gewebe, das man in älteren Lagerströmen findet. Wie Fig. 5 zeigt, liegt hier unter einer zwei- bis dreischichtigen Rinde von braun-

schwarzen Paraplektenchymzellen ein Gewebe auffallend regelmäßig angeordneter, zur Rinde rechtwinkelig orientierter Zellreihen. Die Zellen sind bräunlich, dünnwandig, ihr Lumen weit und lufthaltig. Jede Reihe enthält 6 bis 10 Zellen, die meist in der Längsrichtung der Reihen gestreckt sind. Während die Mächtigkeit des rindenartigen Paraplektenchyms etwa 20  $\mu$  beträgt, steigt die des korkähnlichen Gewebes auf 60 bis 67  $\mu$ , wobei

aber zu bedenken ist, daß innerhalb des zusammenhängenden Korkgewebes noch ein ungefähr 30  $\mu$  mächtiges, beim Schneiden zerbröckeltes, weniger regelmäßig gebautes Gewebe mehr isodiametrischer Zellen liegt, das nicht mit gezeichnet worden ist. Dazu kommt dann noch der tiefste Teil des Lagers, der nicht mit abgehoben werden konnte. Nimmt man an, daß dies aus farblosen, jugendlichen Hyphen besteht, wie sie an Quetschpräparaten hervorquellen, so darf man wohl auch annehmen, daß das korkartige Gewebe für jene als Transpirationsschutz zu dienen habe.

Ob und wie die mit Lupen- oder schwacher Mikroskopvergrößerung sichtbaren Lagerteile untereinander seitlich in Verbindung stehen, ist wegen des undurchsichtigen und unlöslichen Substrats viel schwerer zu ermitteln als bei *Pharacidium lichenum*. Um die Frage zu beantworten, habe ich von Stellen des Porphyrtuffs kleinste Teilchen abgekratzt und zwar erstens von Stellen, wo die Perithezien zentimeterweit voneinander abstanden, zweitens von Stellen, wo sie nebst den beiderlei schwarzen Lagerteilen dichter beieinander standen. Nicht jede Kratzprobe enthielt organische Bestandteile; besonders von den „ersten Stellen“ an der Unterseite des Kalktuffs, viele wiesen unter reichlichem Gesteinsstaub ein einziges organisches Gebilde auf, wie das in Fig. 6 dargestellte. Es war bei 62  $\mu$  Breite 132,5  $\mu$  lang und enthielt wenig schwarzbraune, hyphenähnliche Teile auf einer farblosen Umgebung, die im dunkeln Gesichtsfeld des Polarisationsmikroskops nicht leuchtete. Diese bestand aus farblosen Hyphen, die schwarzbraunen Teile aus isodiametrischen, dickwandigen Zellen, die aber erst nach einem Aufhellungsverfahren erkennbar wurden.

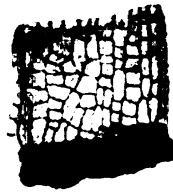


Fig. 5. Teil eines Querschnittes durch einen älteren Lagerstrom mit rinden- und korkähnlichem Gewebe. 320/1.



Fig. 6. Jugendzustand eines Lagerstroms, bestehend aus farblosen und schwarzbraunen Hyphen. 320/1.

Ob dieser Jugendzustand eines Lagerstromes mit anderen in Verbindung gestanden oder ganz isoliert gelegen hat, konnte nicht festgestellt werden, da die Kratzprobe ihn als einzigen organisierten Bestandteil enthielt. Da aber eine benachbarte ebenso kleine Kratzprobe ein aus sechs farblosen, echten *Didymella* hyphen zusammengesetztes, 19,5 cm breites und 42,4 cm langes Bündel aufwies, da dieses Hyphenbündel an beiden Enden wie abgeschnitten aussah, also nur ein kurzes Stück aus der Mitte eines längeren Hyphenstranges gewesen sein kann, unterliegt es keinem Zweifel, daß der Porphyrstoff an seiner von *Didymella Lettauiana* bewachsenen Unterseite ein wenn auch spärliches Myzel farbloser Hyphen besitzt. Das ist sehr wesentlich, weil sich der Pilz hier fern von allem Flechtenwuchs ausgebreitet hat, sozusagen in Reinkultur gewachsen und zur Perithezienbildung gelangt ist. Für das Vorhandensein eines jedenfalls sehr lückenreichen Myzels spricht ferner die Tatsache, daß die Lücke a in dem 743  $\mu$  langen Lagerstrom der Fig. 1 mit farblosen Hyphen ausgefüllt war. Ohne Zweifel darf man annehmen, daß auch die benachbarten reihenweise angeordneten Lagerteile an den zahlreichen Lücken durch solche Hyphen miteinander in Verbindung stehen. Zu dieser Annahme berechtigt endlich die bei *Pharoidium lichenum* gemachte Erfahrung, daß die der Unterlage eng angeschmiegtten Hyphen in den Vertiefungen des Gesteins farblos und zart sind, an den höheren Stellen zu torulösen, dickwandigen, dunkelbraunen Zellfäden werden.

Am Rande der Unterseite des Porphyrstuffs, wo die schwarzen Lagerteile dichter stehen, wiesen die Kratzproben reichlich Algenanflüge auf, teils Einzelkugeln, teils ganze Kolonien von *Pleurococcus* zellen, außerdem aber auch größere Komplexe von echten *Didymella* hyphen in unmittelbarer Berührung mit solchen Algen. Nicht daß diese von jenen umspinnen gewesen wären, wie bei Flechten, nur die unmittelbare Nachbarschaft, die Anlagerung der einen Pflanze an die andere war konstatierbar. Entwickelt sich später ein solcher Hyphenkomplex zu einem schwarzen Lagerhügel oder -strom, so müssen die von ihnen überwucherten Algenzellen absterben und ihre organischen Bestandteile an den Pilz abgeben, der demnach als *Saprophyt* auftritt.

Anders kann sich das auf der Oberseite des Porphyrstuffs und des Porphyr verhalten: hier breiten sich nämlich die Pilzlager in nächster Nähe von Flechtenlagern aus und da kann jenes leicht auf diese übergreifen, die *Didymella* zum Flechtenschmarotzer werden. In Mikrotomschnitten von Lagerhügeln und -strömen, die von dem Porphyr des Wiener Exemplars stammten, habe ich zwar hiervon nichts gesehen. Allein das kann nicht Wunder nehmen, weil die in Schnitte zerlegten Teile nicht tief genug abgehoben werden konnten.



*Nachdruck verboten.*

## Die Eijkmansche Gärprobe.

[Aus dem Laboratorium des städtischen Wasserwerkes zu Stockholm.]

Von Dr. Harald Huß.

Als ich im Anfang des vorigen Jahres als Leiter der bakteriologischen Arbeiten am obengenannten Laboratorium angestellt wurde, war eine der ersten Fragen, die ich mir stellte, die folgende: Bei welcher Temperatur soll der Coli- oder Gärungstiter eines Wassers geprüft werden, um als genügend empfindlicher Indikator auf den Verunreinigungsgrad des Untersuchungsobjektes mit Abwasser gelten zu können? Bis zu dieser Zeit hatte ich, — auf Grund der von mehreren Seiten ausgesprochenen Warnung vor der Anwendung der von Eijkman ursprünglich empfohlenen Temperatur von 46°, die Gärprobe immer bei 37° angesetzt. Leider hatte mir auch die Gelegenheit zu einer vergleichenden Untersuchung über den Einfluß verschiedener Temperaturen auf das Ergebnis dieser Prüfung gefehlt. Ich war somit auf die Anwendung der niederen Temperatur sozusagen eingestellt. Die Isolierung des Gärungserregers und das Diagnostizieren desselben waren zur Gewohnheit bei mir geworden. Der Zuverlässigkeit der Eijkman'schen Gärprobe im Original stand ich deshalb sehr skeptisch gegenüber. Seit mehreren Jahren hatte aber das Laboratorium des Wasserwerkes den Coli titer bei 46° (oder in Wirklichkeit bei 44—45°) bestimmt. Vorsichtshalber wurde jedoch immer von jedem Wasser eine Kontrollprobe bei 37° angesetzt. Diese Vorsichtsmaßregeln sprachen ja dahin, daß das Vertrauen zu den bei 45° angestellten Gärproben nicht vollständig war. Die Angemessenheit der Benutzung einer Temperatur von 37° bekam hier also eine weitere Stütze. Da ich nun infolge der oben angeführten Tatsachen der Meinung war, es sei allzu verantwortlich, die bis zu meiner Anstellung angewandte Methode für die Feststellung des Gärungstiters ohne weiteres fortwährend weiter zu benutzen, ich aber andererseits das zeitersparende Eijkman'sche Verfahren nicht ohne nähere Prüfung verwerfen mochte, entschloß ich mich, die Einwirkung der beiden in Rede stehenden Temperaturen auf das Ergebnis der Gärprobe einer eingehenden vergleichenden Prüfung zu unterziehen. Zu diesem Zwecke ließ ich während einer längeren Zeit die im Laboratorium des Wasserwerkes auszuführenden Gärungsproben doppelt ansetzen, nämlich die eine bei 37°, die andere bei 44—45°. Die untersuchten Wasserproben waren teils Rohwasser des Wasserwerkes, teils filtrierte Wasser. Hierzu kamen noch einige an verschiedenen Stellen des Mälarsees entnommene Proben. Aus denjenigen Gärkölbchen, die Gasbildung nach 24 oder — wie in einer nicht kleinen Anzahl der Fälle — erst nach 43 Stunden zeigten, wurde der Gärungserreger isoliert. Die Isolierung geschah womöglich durch Plattenkulturen mit Fleischpeptonagar bei 37°; in der späteren Hälfte der Arbeit wurde Kongorotagar nach Galli-Valerio<sup>1)</sup> neben dem gewöhnlichen Agar als Nährmedium benutzt. Gleichzeitig wurden ein paar Ösen von der Gärflüssigkeit in ein Durham-Rohr<sup>2)</sup> mit 1 Proz.

<sup>1)</sup> Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 45. 1916.

<sup>2)</sup> Heim, L., Lehrbuch der Bakteriologie. 4. Aufl. 1911.

Dextrose-Peptonflüssigkeit eingimpft, welche 48 Stunden bei 45° gehalten wurde; wenn innerhalb dieser Zeit kein Gas gebildet war, wurde der Versuch abgebrochen. Von jeder Plattenkultur wurde nach 24 Stunden bei 37° eine Kolonie auf 1 Proz. Dextroseagar abgestrichen; hierbei versuchte ich immer, wenn es sich um Fleischpeptonagarplatten handelte, möglichst solche Kolonien abzuimpfen, die Coli-Charakter zeigten. Von den Kongorotplatten kamen die schwarzen Kolonien zur Abimpfung, wenn solche vorhanden waren. Hier und da entwickelten sich ausschließlich farblose Kolonien, oft aber sowohl schwarze wie farblose. In diesen späteren Fällen kamen Kolonien von beiden Farben zur Untersuchung. Es schien mir von Interesse, die Charaktere der auf Kongorotagar verschiedenfarbigen Stämme zu erforschen. Die Dextroseagarkultur wurde für 24 Stunden in den Brutschrank gestellt. Wenn innerhalb dieser Zeit die Zerklüftung des Substrats anzeigte, daß die Bakterien bei dieser Temperatur Dextrose unter Gasbildung vergären konnten, fing ihre nähere Untersuchung an. Zu diesem Zwecke wurden Kulturen in Dextrosepeptonflüssigkeit im Durham-Rohr bei 45°, in Milch bei 37°, in Fleischpeptongelatine bei 20° und in Peptonwasser bei 37° angesetzt. Die Dextroseagarkultur wurde auch dazu benutzt, um das Verhalten des Bakterienstammes bei der Färbung nach Gram zu bestimmen. Die Kultur in Peptonwasser wurde nach 10 Tagen mit Ehrlichs<sup>1)</sup> Reagens auf Indol geprüft. Als *Bacterium coli* wurden bei diesen Untersuchungen solche Stämme bestimmt, die aus kürzeren oder längeren, gramnegativen Stäbchen von 0,7—1  $\mu$  Breite bestanden, die Dextrose sowohl bei 37°, wie bei 45° unter Gasbildung spalteten, Milch bei 37° unter Gas- und Säurebildung koagulierten und sich in Fleischpeptongelatine ohne Verflüssigung entwickelten.

Die Resultate dieser Untersuchungen gehen aus den beigefügten Tabellen hervor. Aus diesen Tabellen habe ich aber alle diejenigen Gärproben entfernt, die sowohl bei 37° wie bei 45° negatives Ergebnis gaben. Von jeder Wasserprobe wurden Gärproben mit entweder 1, 5, 10, 25, 50 ccm oder 0,01, 0,05, 0,1, 0,5, 1,0, 5, 0 ganz oder auch 0,01, 0,1, 1,0, 10,0, 100,0 ccm Wasser angesetzt. Eine Zusammenfassung dieser Daten folgt hier unten.

Anzahl der Gär- proben	Gasbildung		Gasbildung direkt in Durham 45°	Bei 45° gasbildende Bakterien enthielten	Reinkulturen		
	37°	45°			Gasbildung		Anzahl der Gärkölbchen, aus denen Bact. coli iso- liert wurde
					37°	45°	
1066	148	—	75	85	109	71	71
1066	—	91	70	91	78	69	69

Aus dieser Tabelle ersieht man, daß — wie ja zu erwarten war — die Anzahl der bei 37° gasbildenden Kölbchen bedeutend größer ist, wie diejenige der bei 45° positiv ausgefallenen. Als Flüssigkeit von allen diesen Proben auf Gehalt an bei 45° Gas erzeugenden Mikroorganismen durch direkte Überimpfung derselben in Dextrosepeptonlösung geprüft wurde, bekam

<sup>1)</sup> Böhme, A., Die Anwendung der Ehrlichschen Indolreaktion für bakteriologische Zwecke. (Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Orig. Bd. 40. 1906.)



ich, wie die oben mitgeteilten Vergleichszahlen (75—70) zeigen, ungefähr dieselben Resultate bei den 37° Kolben und den 45° Kolben. Das Verhältnis ist ungefähr dasselbe, wenn man die Zahlen für diejenigen Proben vergleicht, in welchen am Ende der Versuchszeit — 24, bzw. 43 Stunden — die Anwesenheit von bei 45° Gas bildenden Gärungserregern (85—91) nachgewiesen werden konnte. Die Ziffer für die 37° Gärproben — 85 — ist die Summe aller derjenigen Kolben, in denen entweder bei direkter Überimpfung von Flüssigkeit in Dextrosepeptonlösung oder bei der Prüfung der aus dieser Flüssigkeit isolierten Bakterien die Anwesenheit bei 45° Gas produzierende Mikroorganismen festgestellt wurde. Die Untersuchung der Reinkulturen hat ergeben, daß von den aus 37° Kolben isolierten Gärungserregern nur etwa 65 Proz. sich als von Warmblütern stammendes *B. coli* erwiesen hat, während die entsprechende Zahl für die 45° Kolben auf etwa 90° zu stehen kommt. Von den 148 Wasserproben, die bei 37° Gas gebildet haben, haben, wie oben erwähnt wurde, 85 bei 45° Gas erzeugende Organismen enthalten. Bei direkter Überimpfung von Flüssigkeit aus den bei 37° gasbildenden Proben in Dextrosepeptonlösung wurde, wie schon gesagt, in 75 Fällen Gasbildung bei 45° erhalten. In 71 Fällen konnte *B. coli* aus derselben Flüssigkeit isoliert werden. In 8 Fällen, wo *B. coli* aus der Gärflüssigkeit reinkultiviert werden konnte, hat dieselbe Flüssigkeit bei direkter Überimpfung (von 3 Ösen) in Dextrosepeptonlösung keine Gasbildung hervorgerufen. Der Gehalt der Flüssigkeit an *B. coli* ist in diesen Fällen sicherlich — auf Grund der bei der Spaltung der Dextrose entstandenen Säure — so gering gewesen, daß nicht immer in 3 Ösen derselben ein Individuum der Bakterien vorhanden war. In 13 Fällen ist es andererseits vorgekommen, daß die Flüssigkeit aus den Gärkölbchen bei direkter Einimpfung in Dextrosepeptonwasser Gasbildung bei 45° hervorgerufen hat, während aus derselben Flüssigkeit bei 45° gasbildendes *B. coli* nicht isoliert werden konnte. Es dürfte nicht unberechtigt sein, anzunehmen, daß auch hier die ungünstige Säurewirkung auf die Bakterien die Ursache der fehlenden Übereinstimmung ist. Die Anhäufung immer größerer Mengen von Säuren hat das Absterben des größten Teils der

Stamm des Bact. coli	Zahl der Bact. coli in der Dextrosepeptonlösung per ccm nach Tagen	
	3	4
II. 1	∞	∞
II. 5	40 000	260
II. 13	21 000	960
II. 27	17 000	1280
II. 33	18 000	220
II. 41	224 000	700
II. 57	21 000	160

Gärungserreger zur Folge gehabt. *B. coli* ist ja bekanntlich gegen freie Säuren recht empfindlich. Die Kulturen dieser Bakterie, die man in Sammlungen vorrätig hält, sterben viel schneller, wenn sie auf zuckerhaltigem Nährboden wachsen, als wenn zuckerfreies Nährsubstrat zur Anwendung gelangt. Um den Einfluß von Säure auf *B. coli* experimentell zu prüfen,

wurden vom Verf. die folgenden Versuche angestellt: 1,6 Proz. Dextrose-peptonlösung wurde mit Agarkultur aus Wasser isolierter Coli-Stämme geimpft und bei 37° gehalten. Nach 3 bzw. 4 Tagen bestimmte ich durch Anlegen von Gelatineplatten die Zahl der in 1 ccm der Flüssigkeit noch lebende Individuen. Die vorstehende Tabelle zeigt das Resultat dieser Versuche. —

Wenn der Versuch gemacht worden wäre, durch Überimpfen einer Öse (= 0,0015—0,002 ccm) der 4 Tage alten Dextrosepepton-Kulturen in frischer Dextroseflüssigkeit Gasbildung hervorzurufen, so dürfte dieser Versuch mit einiger Sicherheit in einer großen Zahl der Fälle negativ ausgefallen sein, besonders, wenn man die Kulturen II. 5, II. 33, II. 57 als Impfmateriel benutzt hätte. Der Gehalt der vergorenen Flüssigkeit an *B. coli* ist so gering, daß in einer Öse das Minimum zum Hervorrufen von Gasbildung, nämlich eine Bakterienzelle, nicht gern vorhanden sein kann.

Von den 91 Gärproben die nach der auf S. 296 wiedergegebenen Tabelle bei 45° positiv ausgefallen sind, d. h. Gas gebildet haben, haben nur 69 von Warmblütern stammende *B. coli* enthalten. In 9 Fällen, wo *B. coli* aus der Gärflüssigkeit reinkultiviert werden konnte, gab dieselbe Flüssigkeit, in einer Menge von 3 Ösen in Dextrosepeptonwasser übergeimpft, keine Gasbildung bei 45°. In der gleichen Zahl der Fälle kam es aber umgekehrt vor, daß die Gärflüssigkeit Gas in Dextrosepeptonwasser bei 45° erzeugte, trotzdem es nicht gelang, das *B. coli* aus derselben zu isolieren. Die Erklärung dieser Ergebnisse wird vermutlich wohl dieselbe sein, wie bei den 37 Gärproben. Man könnte sich ja vielleicht auch die Möglichkeit denken, daß die Zahl der mit 1 Öse Flüssigkeit übergeimpften Bakterien zu klein gewesen wäre, um bei einer so hohen Temperatur wie 45° Gärung hervorzurufen. Nach Nowak<sup>1)</sup> und Henningsson<sup>2)</sup> scheint ja eine sehr große Zahl von Coli-Individuen erforderlich zu sein, um Dextrose bei 45° unter Gasbildung zu spalten. Ich habe selbst keine Versuche hierüber gemacht, aber der frühere Vorsteher des Laboratoriums am Wasserwerk, Dr. phil. K. G. Kuylenstierna, stellte vor wenigen Jahren eine Nachprüfung dieser Frage an. Aus Notizen und Tabellen, die Kuylenstierna hinterlassen hat, geht hervor, daß er das Verhältnis der folgenden Coli-Stämme in mit Dextrose versetzten Nährböden bei 45° untersucht hat.

Aus menschlichen Fäces isoliert . . .	4
„ Oberflächenwasser „ . . .	7
„ Trinkwasser „ . . .	2
„ Sodawasser „ . . .	1
„ Vichywasser „ . . .	13

Die Kultur wurde in Wasser suspendiert, worauf der Gehalt der Aufschwemmung an *B. coli* mittels bei 37° gehaltenen Agarplatten festgestellt wurde. In allen denjenigen Fällen, wo die mit dem Dextrosenährboden beschickten Gärkölbchen, nach den Agarplatten zu beurteilen, nur ein einziges Individuum von *B. coli* enthielten, wurde Gas bei 45° erzeugt. Diese Ergebnisse der Untersuchung Kuylenstiernas sprechen dafür, daß

<sup>1)</sup> Mitteil. a. d. K. Prüfungsanst. f. Wasserv. u. Abwässerbeseit. zu Berlin. H. 9. 1907.

<sup>2)</sup> Zeitschr. f. Hyg. Bd. 74. 1913.

die Gärprobe bei 45° imstande ist, zuverlässige Resultate zu geben, auch wenn die zu untersuchende Wasserquantität nur eine einzige Zelle enthält. Aus den Untersuchungen, die ich im Zusammenhang mit den hier referierten im Laboratorium des Wasserwerks anstellte, scheinen es auch, als ob die oben gegebene Erklärung der mißlungenen Isolierungsversuche richtig sei. Aus 84 Gärkölbchen (42 bei 37°, 42 bei 45° angesetzt) versuchte ich, den Gärungserreger mit Anwendung sowohl von Fleischpeptonagar wie auch von Kongorotagar zu isolieren; es wurden m. a. W. Doppelplatten angelegt. Die Reinkultur von bei 45° Dextrose vergärendem *B. coli* wurde erhalten

in 62 Fällen auf bei den Nährsubstraten,  
 „ 12 „ nur auf Fleischpeptonagar  
 „ 10 „ „ „ Kongorotagar.

Von den späteren 22 Fällen stammten

17 aus Gärproben, die bei 37° angesetzt waren,  
 5 „ „ „ „ 45° „ „

Der Ausgang dieser Untersuchungen zeigt, daß es nicht immer durch das Anlegen einer einzigen Platte gelingt, die Anwesenheit von Warmblüter-*Coli* im Gärkölbchen festzustellen. Daß es seltener gelingt, das *B. coli* aus bei 45° angesetzten Gärproben zu isolieren, ist ja nicht zu verwundern, da die Lebensprozesse bei dieser Temperatur viel lebhafter vor sich gehen als bei 37° und der Gehalt an die Bakterienzelle ungünstig beeinflussenden Stoffwechselprodukten schneller gesteigert wird, als bei dem niederen Wärme-grad, wodurch die Zahl der in der Kulturflüssigkeit lebenden Bakterien schnell abnimmt.

Aus den im Laboratorium des Wasserwerks ausgeführten Untersuchungen finde ich mich berechtigt, den Schluß zu ziehen, daß die Gasbildung bei der bei 45° angesetzten Eijkman'schen Gärprobe in der größten Zahl der Fälle durch *B. coli* veranlaßt wird. Vorausgesetzt, daß diese Behauptung richtig ist, kann man also sagen, daß bei dieser Untersuchung in 91 von 1066 Proben fäkale Verunreinigung durch die 45°-Gärprobe nachgewiesen worden ist. Wenn man mit dieser Zahl die Resultate vergleicht, welche erhalten wurden, als Gärproben derselben Wässer bei 37° angesetzt wurden, so findet man, daß die Anwesenheit von Warmblüter-*Coli* in diesem Fall nur in 71 von 1066 Proben mit Sicherheit festgestellt werden konnte. Nimmt man aber auch hier an, daß in allen denjenigen Fällen, wo die Anwesenheit von 45°-Gärungserreger in den Gärproben nachgewiesen wurde, das *B. coli* aber nicht isoliert werden konnte, die Gasbildner doch aus *B. coli* bestanden, so erhält man die Zahl 85, eine Ziffer also, die nicht allzu weit von der oben angegebenen — 91 — entfernt ist. Aus diesen Vergleichen geht m. a. W. hervor, daß fäkale Verunreinigung festgestellt wurde

durch die 37°-Gärprobe in 85 von 1066 Proben,  
 „ „ 45° „ „ 91 „ 1066 „

Es dürfte indessen gestattet sein, auf Grund des vorher Gesagten anzunehmen, daß eine kleine Anzahl der 148 Kolben, die bei 37° Gasbildung zeigten, trotzdem daß sie sich bei der Untersuchung frei von bei 45° wachsenden Gärungserregern zeigten, solche doch enthalten haben. Wenn diese Annahme mit den wirklichen Verhältnissen übereinstimmt, wofür ja vieles spricht.

so muß zugegeben werden, daß der Unterschied zwischen den Ergebnissen, die durch bei 37° und 45° angesetzte Gärproben erhalten werden, praktisch genommen, gleich Null ist. In jedem Falle darf man nicht gern behaupten können, daß die Anwendung der Eijkman'schen Gärprobe bei diesen, während einer längeren Zeit angestellten Untersuchungen eine mildere Beurteilung der analysierten Wässer hätte verursachen können, als wenn die Beurteilung auf Grund der bei 37° angesetzten Gärproben, aus denen Warmblüter - Coli isoliert werden konnte, erfolgt wäre. Dies geht auch aus den Berichten über den Coli-titer der verschiedenen Wässer hervor, die während dieser Zeit vom Laboratorium abgegeben wurden. Der in den Berichten angegebene Coli-titer ist in 117 Fällen bei 37° und 45° gleich ausgefallen. In 17 Fällen ist derselbe ausschließlich auf Grund der bei 37° ausgeführten Gärprobe angegeben, in 27 Fällen dagegen ausschließlich infolge der Ergebnisse der Eijkman'schen Gärprobe bei 45°. Wenn daher für die Feststellung des Coli-titers ausschließlich die Temperatur von 37° zur Anwendung gekommen wäre, so wäre das Ergebnis in 134 Fällen positiv ausgefallen; wenn dagegen die Gärprobe bei 45° benutzt worden wäre, so hätte man 144 positiv ausgefallene Fälle verzeichnen können. Diese Resultate lassen es ja gewissermaßen wünschenswert erscheinen, den Gärungstiter durch das Ansetzen der Gärprobe sowohl bei 37° wie 45° zu bestimmen. Für die Praxis dürfte es jedoch vollkommen genügen, wenn man durch eine dieser Proben den Gehalt eines Wassers an *B. coli* bestimmt. Hierdurch dürfte man genügend zuverlässige Auskünfte bezüglich des Reinheitsgrades eines Wassers in hygienischer Hinsicht bekommen.

Ich bin jedenfalls durch die Resultate dieser Untersuchungen davon überzeugt worden, daß die Eijkman'sche Gärprobe, bei 45° angesetzt, sehr gute Anhaltspunkte für die Beurteilung der sanitären Beschaffenheit eines Wassers bietet. Bei der Ausführung der Gärprobe wird die Temperatur im Laboratorium des Wasserwerks immer auf 44,5—45° gehalten. Ein Überschreiten der von Eijkman vorgeschlagenen Temperatur 46° macht die Probe untauglich. Eijkman<sup>1)</sup> nimmt an, daß die Ursache von den vielen absprechenden Urteilen über seine Gärprobe in der Benutzung von unempfindlichen Thermoregulatoren in den Wärmeschränken liegt. Eijkman (l. c.) schlägt deshalb die Temperatur von 45° für die Gärprobe vor. Die Reaktion des Substrats übt auch, wie Eijkman (l. c.) dargetan hat, einen großen Einfluß auf das Ergebnis aus. Wenn die konzentrierte Dextroselösung bei zu hoher Temperatur sterilisiert wird, kann es vorkommen, daß man, infolge der sauren Reaktion des Mediums, ein negatives Resultat erhält, auch wenn Warmblüter - Coli in dem Wasser vorhanden ist. Bei den oben referierten Untersuchungen ist die benutzte Dextrosepeptonlösung immer im strömenden Wasserdampf sterilisiert worden.

Nach welcher Zeit soll die Gärprobe endgültig beurteilt werden? Auf Grund ausgeführter Untersuchungen bin ich zu der Meinung gekommen, daß man bis zum 2. Tage mit seinem Urteil warten muß. Bei dem Wasserwerk in Stockholm werden die Gärproben für gewöhnlich nach etwa 43 Stunden beurteilt. Diese Bebrütungszeit hat sich als zufriedenstellend herausgestellt. Das Ergebnis der Gärprobe schon nach 24 Stunden, wie es Christian<sup>2)</sup> will, zu beurteilen, finde ich nicht für richtig. Von den oben erwähnten

<sup>1)</sup> Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 39. 1913.

<sup>2)</sup> Arch. f. Hyg. Bd. 54. 1905.

bei 45° positiv ausgefallenen Gärungsproben — 91 —, waren 16 nach 24 Stunden negativ. Nach 43 Stunden hatten alle diese Proben Gas gebildet und aus drei von ihnen konnte *B. coli* isoliert werden. Ein großer Teil der atypischen *Coli*-Bakterien dürften erst nach längerer Zeit aus Dextrose Gas bilden (vgl. Gärtner<sup>1)</sup>).

Wenn die im Vorstehenden erwähnten Vorsichtsmaßnahmen bei der Ausführung der Eijkmanschen Gärprobe beobachtet werden, so bin ich der Ansicht, daß die Empfindlichkeit dieser Untersuchungsmethode, wie Eijkman in seiner letzten Arbeit (l. c.) sagt, zufriedenstellend ist.

Schließlich möchte ich noch die Frage streifen: Bei welchem Gärungstiter man ersehen kann, daß eine stärkere fäkale Verunreinigung eines Wassers vorliegt, bei welchem eine schwächere? Fast reine, reine oder sehr reine Oberflächenwässer geben gewöhnlich keine Gasbildung, wenn die Gärprobe mit kleineren Volumina als 10 ccm des fraglichen Wassers angesetzt wird. Schwach verunreinigtes Wasser gibt ein positives Resultat mit 0,1 bis 1 ccm Wasser. Wässer, die bedeutende bis große Mengen fäkalhaltiges Abwasser aufnehmen, rufen schon in einer Menge von 0,01 und darunter Gasbildung bei der Eijkmanschen Gärprobe hervor.

Meine Ansicht geht dahin, daß man gewöhnlich ein Wasser nach dem Gärungstiter folgendermaßen beurteilen kann:

Gärungstiter		Gehalt an fäkalhaltigem Abwasser	
100,0	< G		praktisch genommen frei
10,0	< G	100,0	Spuren
1,0	< G	10,0	Sehr kleine Mengen
0,1	< G	1,0	Kleine Mengen
0,01	< G	0,1	Nicht unbedeutende Mengen
0,001	< G	0,01	Bedeutende Mengen
0,0001	< G	0,001	Große Mengen
0,0000	< G	0,0001	Sehr große Mengen

Hierbei bedeutet  $100,0 < G$ , daß 100 ccm Wasser bei der Gärprobe keine Gasbildung gegeben haben. Größere Mengen sind in diesem Falle nicht geprüft worden.  $10,0 < G \leq 100,0$  bedeutet also, daß 10,0 ccm Wasser keine Gärung hervorgerufen haben, während mit 100 ccm die Gärprobe positiv ausgefallen ist. Der Gärungstiter ist somit = 100 oder kleiner als 100, aber größer als 10.

Ob die Gasbildung bei der Eijkmanschen Gärprobe durch von Menschen oder von anderen warmblütigen Organismen herstammende *Coli*-Bakterien verursacht wird, darüber erhält man keinen Aufschluß, und zwar nicht einmal, wenn der Gärungserreger isoliert und eingehend untersucht wird. Vom hygienischen Gesichtspunkte aus dürfte es auch auf eins herauskommen, ob die fäkale Verunreinigung eines Wassers sich von Menschen oder Tieren herleitet, da die Verunreinigung ebenso bedenklich in dem einen wie in dem anderen Falle ist.

Betreffend die Charaktere der auf Kongorotagar als farblose Kolonien auswachsenden Gärungserreger will ich noch erwähnen, daß kein einziger Stamm bei 45° Gas aus Dextrose bildet. Wie die Untersuchung gezeigt hat, sind andererseits nicht alle auf dem genannten Nährboden mit blauschwarzer Farbe wachsende *Coli*-Stämme Warmblüter-*Coli*.

<sup>1)</sup> Gärtner, A., Die Hygiene des Wassers. 1915.

No. der Wasser- probe	Datum	Gärungsprobe					Direkt in Dur- ham bei 45°	Reinkultur des Gärungsreizers						No. der Rein- kultur	Anmerkungen  N. = Nach St. = Stunden
		Tem- pera- tur	Was- ser in com	Gasbildung nach Stunden		In Dur- ham bei 45°		Milch bei 37°			Gela- tine nach 10 Tagen	Indol- bil- dung bei 37° nach 10 Tagen	Fär- bung nach Gram		
				24	43			Koagu- lation inner- halb Stun- den	Gas- bil- dung	Reaktion der Kultur					
1.	31. I.	37°	1 10 25 50	+	++	— — — —	+	24 48	+	sauer sauer <sup>1)</sup>	— —	+	— —	1 a 7 a 8 a	1) N. 72 St.
		45°	1 10 25 50	+	— — — —	+	48	+	sauer	—	+	—	1 b		
2.	31. I.	37°	10 25 50	+	—	+	+	48	+	sauer	—	+	—	3 a 4 a	
		45°	10 25 50	+	— +	— +	+	24	+	sauer	—	+	—	2 b	
3.	31. I.	37°	10 25 50	++	—	— —	—	—	—	—	—	—	—	—	
		45°	10 25 50	+	+	— +	+	48	+	sauer	—	+	—	3 b	
4.	31. I.	37°	10 25 50	—	+++	— — — —	— — — —	48 72	++ +	sauer sauer	— —	+	—	10 a 11 a	
		45°	10 25 50	+	—	+	+	24	+	sauer	—	+	—	4 b	

	37°	1 5 25 50	+++ +++ +++ +++	— — — —	+++ +++ +++ +++	— — — —	+++ +++ +++ +++	sauer sauer sauer sauer	— — — —	+++ +++ +++ +++	24 48 24 24	+++ +++ +++ —	24 48 24 24	+++ +++ — +	sauer sauer sauer sauer	— — — —	+++ +++ +++ +	12 13 a 14 a 15 a	
5.	37°	1 5 25 50	+++ +++ +++ +++	— — — —	+++ +++ +++ +++	— — — —	+++ +++ +++ +++	sauer sauer sauer sauer	— — — —	+++ +++ +++ +++	24 48 24 24	+++ +++ — +	24 48 24 24	+++ +++ — +	sauer sauer sauer sauer	— — — —	+++ +++ +++ +	12 13 a 14 a 15 a	
	45°	1 5 25 50	+++ +++ +++ +++	— — — —	+++ +++ +++ +++	— — — —	+++ +++ +++ +++	sauer sauer sauer sauer	— — — —	+++ +++ +++ +++	24 48 24 24	+++ +++ — +	24 48 24 24	+++ +++ — +	sauer sauer sauer sauer	— — — —	+++ +++ +++ +	7 b	
6.	37°	5 10 25 50	+++ +++ +++ +++	— — — —	+++ +++ +++ +++	— — — —	+++ +++ +++ +++	sauer <sup>3)</sup> sauer <sup>3)</sup> sauer <sup>4)</sup> sauer <sup>4)</sup>	— — — —	+++ +++ — +	24 24 284 24	+++ +++ — +	24 24 284 24	+++ +++ — +	sauer sauer sauer sauer	— — — —	+++ +++ — —	16 a 17 a 18 a 19 a	<sup>3)</sup> N. 120 St. <sup>3)</sup> N. 288 St. <sup>4)</sup> N. 48 St.
	45°	5 10 25 50	+++ +++ +++ +++	— — — —	+++ +++ +++ +++	— — — —	+++ +++ +++ +++	sauer sauer sauer sauer	— — — —	+++ +++ +++ +++	24 24 24 24	+++ +++ — +	24 24 24 24	+++ +++ — +	sauer sauer sauer sauer	— — — —	+++ +++ +++ +	13 b 8 b 9 b	
7.	37°	10 25 50	+++ +++ +++	— — —	+++ +++ +++	— — —	+++ +++ +++	sauer <sup>5)</sup> sauer <sup>5)</sup> sauer <sup>5)</sup>	— — —	+++ +++ +++	24 48 24 24	+++ +++ — +	24 48 24 24	+++ +++ — +	sauer sauer sauer sauer	— — — —	+++ +++ +++ +	21 a 10 b	<sup>5)</sup> N. 48 St.
	45°	10 25 50	+++ +++ +++	— — —	+++ +++ +++	— — —	+++ +++ +++	sauer sauer sauer sauer	— — — —	+++ +++ +++ +++	24 48 24 24	+++ +++ — +	24 48 24 24	+++ +++ — +	sauer sauer sauer sauer	— — — —	+++ +++ +++ +	11 b 22 a 25 a	
8.	37°	10 25	+++ +++	— —	+++ +++	— —	+++ +++	sauer sauer sauer sauer	— — — —	+++ +++ +++ +++	24 48 24 24	+++ +++ — +	24 48 24 24	+++ +++ — +	sauer sauer sauer sauer	— — — —	+++ +++ +++ +	12 b	
9.	45°	0,01 0,6 1 5	+++ +++ +++ +++	— — — —	+++ +++ +++ +++	— — — —	+++ +++ +++ +++	sauer sauer sauer sauer	— — — —	+++ +++ +++ +++	24 48 24 24	+++ +++ — +	24 48 24 24	+++ +++ — +	sauer sauer sauer sauer	— — — —	+++ +++ +++ +	12 b	

No. der Wasser- probe	Datum	Gärungsprobe			Direkt in Dur- ham bei 45°	Reinkultur des Gärungsreggers						No. der Rein- kultur	Anmerkungen  N. = Nach St. = Stunden	
		Tem- pera- tur	Was- ser in cem	Gasbildung nach Stunden		In Dur- ham bei 45°	Milch bei 37°			Gela- tine nach 10 Tagen	Indol- bil- dung bei 37° nach 10 Tagen			Fär- bung nach Gram
							Koagu- lation inner- halb Stun- den	Gas- bil- dung	Reaktion der Kultur					
10.	7. II.	37°	10 50	+	+	—	192	—	alk. <sup>1)</sup>	—	+	—	28 a	1) N. 120 St.
		45°	10 50	+	+	+	48	+	sauer	—	+	—	14 b	
11.	7. II.	37°	25 50	+	+	+	48	+	sauer	—	+	—	29 a	
		45°	25 50	+	+	+	96	+	sauer	—	+	—	15 b	
12.	7. II.	37°	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		45°	25	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
13.	10. II.	37°	25 50	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		45°	25 50	+	+	+	48	+	sauer	—	+	—	18 b	
14.	10. II.	37°	10 25 50	+	+	+	24 48 48	+	sauer sauer sauer <sup>2)</sup>	—	+	—	40 a 33 a 34 a	2) N. 96 St.
		45°	10 25 50	+	+	+	48	+	sauer	—	+	—	19 b	
15.	10. II.	37°	Alle negativ			+	—	—	—	—	—	—		
		45°				+	—	—	—	—	—	—		



[illegible]

No. der Wasser- probe	Datum	Gärungsprobe			Direkt in Dur- ham bei 45°	Reinkultur des Gärungsreggers						No. der Rein- kultur	Anmerkungen  N. = Nach St. = Stunden	
		Tem- pera- tur	Was- ser in ccm	Gasbildung nach Stunden		In Dur- ham bei 45°	Milch bei 37°			Gela- tine nach 10 Tagen	Indol- bil- dung bei 37° nach 10 Tagen			Fär- bung nach Gram
							Koagu- lation inner- halb Stun- den	Gas- bil- dung	Reaktion der Kultur					
25.	17. II.	37°	1		+	—								
		45°	1		—									
26.	17. II.	37°	1 10	+	+	+	+	240 48	— +	sauer <sup>1)</sup> sauer	— —	+	+	46 a 47 a
		45°	1 10	+	—	+	+	240	—	sauer <sup>2)</sup>	—	+		24 b
27.	21. II.	37°	100		+	—								
		45°	100		—									
28.	21. II.	37°	100		+	+	+	48	+	sauer	—	+		51 a
		45°	100		+	—								
29.	21. II.	37°	} Alle negativ											
30.	21. II.	37°	} Alle negativ											
		45°												
31.	24. II.	37°	100	+		+	+	458	+	sauer	—	+		52 a
		45°	100		—									
32.	24. II.	37°	} Alle negativ											
33.	24. II.	37°	10		+	—	—							
		45°	10		—									

[illegible]

**20\***

No. der Wasser- probe	Datum	Gärungsprobe			Direkt in Dur- ham bei 45°	Reinkultur des Gärungserregers							No. der Rein- kultur	Anmerkungen  N. = Nach St. = Stunden
		Tem- pera- tur	Was- ser in ccm	Gasbildung nach Stunden		In Dur- ham bei 45°	Milch bei 37°			Gela- tino nach 10 Tagen	Indol- bil- dung bei 37° nach 10 Tagen	Fär- bung nach Gram		
							Koagu- lation inner- halb Stun- den	Gas- bil- dung	Reaktion der Kultur					
43.	2. III.	37°	10 100	+ +	— —	— +	144	+	sauer <sup>1)</sup>	—	—	—	66 a	1) N. 168 St.
		45°	10 100	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	
44.	2. III.	37°	1 10	+ +	— +	— +	48 168	— —	sauer sauer <sup>2)</sup>	— —	— +	— —	67 a 68 a	2) N. 168 St.
		45°	1 10	— +	— +	— —	216	— —	sauer	— —	— +	— —	— —	
45.	6. III.	37°	100	+	—	—	100	—	sauer	—	—	—	72 a	
		45°	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
46.	6. III.	37°	100	—	—	—	100	—	—	—	—	—	—	
		45°	100	+	+	+	48	+	sauer	— <sup>3)</sup>	—	—	33 b	
47.	6. III.	37°	Alle negativ			—	—	—	—	—	—	—	—	
		45°	Alle negativ			—	—	—	—	—	—	—	—	
48.	6. III.	37°	100	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		45°	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
49.	8. III.	37°	Alle negativ			—	—	—	—	—	—	—	—	
		45°	Alle negativ			—	—	—	—	—	—	—	—	
50.	8. III.	37°	Alle negativ			—	—	—	—	—	—	—	—	
		45°	Alle negativ			—	—	—	—	—	—	—	—	

		37°	50	+	—	+	—	+	—	48	+	sauer	— <sup>4)</sup>	75 a	4) N. 168 St.
		45°	50												
51.	8. III.														
					—										
52.	8. III.	37°	50												
		45°	50	+		+	+	+	—	48	+	sauer	+	35 b	
53.	9. III.	37°	100												
		45°	100	+		+	+	+	—	144	+	sauer	+	36 b	
54.	9. III.	37°	100	+		—	—	—							
		45°	100	+	+	+	+	+	—	72	+	sauer	+	37 b	
55.	9. III.	37°	100	+						144	+	sauer <sup>5)</sup>	— <sup>6)</sup>	77 a	5) N. 192 St. 6) N. 168 St.
		45°	100	+	+	+	+	+	—	72	+	sauer	+	38 b	
56.	9. III.	37°	Alle negativ												
		45°													
57.	9. III.	37°	0,1 1 10	+	—	+	+	+	+	72 48	+	sauer sauer	— <sup>7)</sup> +	79 a 78 a	7) N. 168 St.
		45°	0,1 1 10	+		+	+	+	+	48 48 48	+	sauer sauer sauer	+++	39 b 40 b 41 b	
58.	13. III.	37°	10 100	+	—	+	+	+	+	144	—	sauer	+	80 a	
		45°	10 100		+	—	—	—	—						
59.	13. III.	37°	100		+	—	—	—	—	216	+	sauer	—	81 a	
		45°	100		—										
60.	13. III.	37°	100		+	—	—	—	—						
		45°	100		—										

No. der Wasser- probe	Datum	Gärungsprobe			Direkt in Dur- ham bei 45°	Reinkultur des Gärungsreggers							No. der Rein- kultur	Anmerkungen  N. = Nach St. = Stunden	
		Tem- pera- tur	Was- ser in ccm	Gasbildung nach Stunden		In Dur- ham bei 45°	Milch bei 37°			Gela- tine nach 10 Tagen	Indol- bil- dung bei 37° nach 10 Tagen	Fär- bung nach Gram			
							Koagu- lation inner- halb Stun- den	Gas- bil- dung	Reaktion der Kultur						
61.	13. III.	37°	100	—											
		45°	100	+	+	+	+	120	+	sauer	—	+	—	42 b	
62.	16. III.	37°	100	+	+	—	—								
		45°	100	—	—	—	—								
63.	16. III.	37°	Alle negativ												
		45°													
64.	16. III.	37°	10	+	—	—	—								
		45°	10	—	—	—	—								
65.	16. III.	37°	Alle negativ												
		45°													
66.	16. III.	37°	10	+	+	+	+	48	+	sauer	—	+	—	83 a	
		45°	10	+	+	+	+	48	+	sauer	—	+	—	44 b	
67.	20. III.	37°	Alle negativ												
		45°													
68.	20. III.	37°	Alle negativ												
		45°													

69.	20. III.	Alle negativ													
		37°	45°												
70.	20. III.	Alle negativ													
		37°	45°												
71.	23. III.	100		+	+	+	+	48	+	sauer	—	—	87 a		
		100		—											
72.	23. III.	Alle negativ													
		37°	45°												
73.	23. III.	Alle negativ													
		37°	45°												
74.	23. III.	Alle negativ													
		37°	45°												
75.	23. III.	1		+	—	—									
		1		—											
76.	27. III.	Alle negativ													
		37°	45°												
77.	27. III.	Alle negativ													
		37°	45°												
78.	27. III.	100		—											
		100	+		+	+	+	408	+	sauer	—	+	45 b		
79.	27. III.	Alle negativ													
		37°	45°												
80.	30. III.	Alle negativ													
		37°	45°												

No. der Wasser- probe	Datum	Gärungsprobe			Direkt in Dur- ham bei 45°	Reinkultur des Gärungsreizers						No. der Rein- Kultur	Anmerkungen  N. = Nach St. = Stunden	
		Tem- pera- tur	Was- ser in ccm	Gasbildung nach Stunden		Milch bei 37°			Gela- tine nach 10 Tagen	Indol- bil- dung bei 37° nach 10 Tagen	Fär- bung nach Gram			
						In Dur- ham bei 45°	Koagu- lation inner- halb Stun- den	Gas- bil- dung						Reaktion der Kultur
81.	30. III.	37°	100	+	—	+	—	120	+	sauer	—	—	89 a	
		45°	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
82.	30. III.	37°	} Alle negativ											
		45°	}											
83.	30. III.	37°	} Alle negativ											
		45°	}											
84.	30. III.	37°	10	+	+	—	—	—	—	—	+	—	46 b	
		45°	10	+	—	+	+	24	+	sauer	—	—	—	
85.	3. IV.	37°	10	+	+	+	+	48	+	sauer	+	—	91 a	
		100	+	+	+	+	48	+	sauer	+	—	—	92 a	
		45°	10	+	+	+	+	48	+	sauer	+	—	47 b	
		100	+	+	+	+	48	+	sauer	+	—	—	48 b	
86.	3. IV.	37°	10	+	+	+	+	48	+	sauer	+	—	93 a	
		100	+	+	+	+	48	+	sauer	+	—	—	94 a	
		45°	10	+	+	+	+	48	+	sauer	+	—	50 b	
		100	+	+	+	+	48	+	sauer	+	—	—	49 b	
87.	3. IV.	37°	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
		45°	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
88.	3. IV.	37°	} Alle negativ											
		45°	}											



[illegible]

No. der Wasser- probe	Datum	Gärungsprobe			Direkt in Dur- ham bei 45°	Reinkultur des Gärungsreggers						No. der Rein- kultur	Anmerkungen  N. = Nach St. = Stunden
		Tem- pera- tur	Was- ser in ccm	Gasbildung nach Stunden		Milch bei 37°			Gela- tine nach 10 Tagen	Indol- bil- dung bei 37° nach 10 Tagen	Fär- bung nach Gram		
						24	43	In- Dur- ham bei 45°					
96.	10. IV.	37°	100		+	—							
		45°	100		—								
97.	10. IV.	37°	1 100		++	—							
		45°	1 100		—								
98.	13. IV.	37°	10 100	++		++	++	24 24	++	sauer sauer	—	++	115 a 116 a
		45°	10 100	++		++	++	48 48	++	sauer sauer	—	++	64 b 65 b
99.	13. IV.	37°	10 100	++		++	++	24 24	++	sauer sauer	—	++	117 a 118 a
		45°	10 100	++		++	++	24 48	++	sauer sauer	—	++	66 b 67 b
100.	13. IV.	37°	100	+		+	+	24	+	sauer	—	+	119 a
		45°	100		—								
101.	13. IV.	37°	Alle negativ										
		45°											
102.	13. IV.	37°	0,1		+	—	—	24	+	sauer	—	++	122
			1	+		+	+	24	+	sauer	—	++	120 a
			10	+		+	+	24	+	sauer	—	++	121 a

Original from  
UNIVERSITY OF CALIFORNIA

No. der Wasser- probe	Datum	Gärungsprobe				Direkt in Dur- ham bei 45°	Reinkultur des Gärungsreizers						No. der Rein- kultur	Anmerkungen  N. = Nach St. = Stunden	
		Tem- pera- tur	Was- ser in oom	Gasbildung nach Stunden			In Dur- ham bei 45°	Milch bei 37°			Gela- tine nach 10 Tagen	Indol- bil- dung bei 37° nach 10 Tagen			Fär- bung nach Gram
								Koagu- lation inner- halb Stun- den	Gas- bil- dung	Reaktion der Kultur					
112.	25. IV.	37°	100		—										
		45°	100	+		+	24	+	sauer	—	+	—	76 b		
113.	25. IV.	37°	100		+	—	24	+	sauer	—	+	—	132 a		
		45°	100		+	—									
114.	25. IV.	37°	10		—	—									
		45°	10	+	—	—									
115.	25. IV.	37°	100	+		—	144	+	sauer	—	—	—	131 a		
		45°	100	+	+	—									
116.	27. IV.	37°	10		—										
		45°	10	+		+	24	+	sauer	—	+	—	80 b		
117.	27. IV.	37°	100	+		—	120	+	sauer <sup>1)</sup>	—	—	—	133 a		<sup>1)</sup> N. 144 St.
		45°	100		—										
118.	27. IV.	37°	Alle negativ												
		45°													
119.	27. IV.	37°	10		+	—									
		45°	10		—										
120.	27. IV.	37°	1	+		+	192	+	sauer <sup>2)</sup>	—	+	—	134 a		<sup>2)</sup> N. 192 St.
			10	+	+	—	48	+	sauer	—	+	—	135 a		

	45°	10	+	—	+	+	+	+	24	+	sauer	—	+	—	81 b
121.	37°	100		—											
	45°	100	+		+	+	+	+	24	+	sauer	—	+	—	82 b
122.	37°	Alle negativ													
	45°														
123.	37°	Alle negativ													
	45°														
124.	37°	Alle negativ													
	45°														
125.	37°	Alle negativ													
	45°														
126.	37°	10	+		+	+	—	+	72	+	sauer	—	+	—	145 a
	45°	100		+	—	+	+	+	48	+	sauer	—	+	—	85 b
127.	37°	100		+	—	—	—								
	45°	100		—											
128.	37°	100	+		+	+	+	+	72	+	sauer	—	+	—	146 a
	45°	100		—											
129.	37°	1	+	—	—	—	—	+	24	+	sauer	—	+	—	147 a
	45°	10						—	24	+	sauer	—	+	—	83 b
130.	37°	1	+		+	+	+	+	24	+	sauer	—	+	—	84 b
	45°	10			+	+	+	+	24	+	sauer	—	+	—	84 b
	37°	Alle negativ													
	45°														

No. der Wasser- probe	Datum	Reinkultur des Gärungsreggers										No. der Rein- kultur	Anmerkungen  N. = Nach St. = Stunden		
		Gärungsprobe				Direkt in Dur- ham bei 45°	Milch bei 37°				Indol- bil- dung bei 37° nach 10 Ta en			Fär- bung nach Gram	
		Tem- pera- tur	Was- ser in ccm	Gasbildung nach Stunden			In Dur- ham bei 45°	Koagu- lation inner- halb Stun- den	Gas- bil- dung	Reaktion der Kultur					Gela- tine nach 10 Tagen
				24	43										
131.	8. V.	37° 10 100			— +	—	+	456	—	sauer <sup>1)</sup>	—	+	—	149 a	1) N. 240 St.
		45° 10 100			— —	+	—								
132.	8. V.	37°	Alle negativ												
		45°													
133.	8 V.	37°	Alle negativ												
		45°													
134.	11. V.	37°	100		+	—	—								
		45°	100		—										
135.	11. V.	37°	Alle negativ												
		45°													
136.	11. V.	37°	10		+	—	—								
		45°	10		—										
137.	11. V.	37°	Alle negativ												
		45°													
138.	11. V.	37°	1 10	+	+	+	+	120 48	+	sauer sauer	—	+	—	150 a 151 a	
		45°	1 10	+	+	+	+	48 48	+	sauer sauer	—	+	—	87 <sup>b</sup> 88 <sup>b</sup>	

139.	15. V.	37°	Alle negativ												
		45°													
140.	15. V.	37°	Alle negativ												
		45°													
141.	15. V.	37°	Alle negativ												
		45°													
142.	15. V.	37°	Alle negativ												
		45°													
143.	18. V.	37°	Alle negativ												
		45°													
144.	18. V.	37°	Alle negativ												
		45°													
145.	18. V.	37°	Alle negativ												
		45°													
146.	18. V.	37°	10	+			+	+	+	216	+	sauer	—	—	154 a
		45°	10		—										
147.	18. V.	37°	1	+			—	+	—	48	+	amf.	+	+	156 a
		45°	10	+			+	+							
148.	22. V.	37°	100		—			+	+	144	+	sauer	—	+	89 b
		45°	100		—			+	—						
149.	22. V.	37°	Alle negativ												
		45°													

No. der Wasser- probe	Datum	Reinkultur des Gärungsregers										No. der Rein- kultur	Anmerkungen  N. = Nach St. = Stunden	
		Gärungsprobe			Direkt in Dur- ham bei 45°	Milch bei 37°				Indol- bil- dung bei 37° nach 10 Tagen	Fär- bung nach Gram			
		Tem- pera- tur	Was- ser in ccm	Gasbildung nach Stunden		In Dur- ham bei 45°	Koagu- lation inner- halb Stun- den	Gas- bil- dung	Reaktion der Kultur					Gela- tine nach 10 Tagen
150.	22. V.	37°	100		+	—								
		45°	100		—									
151.	22. V.	37°	Alle negativ											
		45°												
152.	25. V.	37°	Alle negativ											
		45°												
153.	25. V.	37°	Alle negativ											
		45°												
154.	25. V.	37°	Alle negativ											
		45°												
155.	25. V.	37°	10		+	—								
		45°	10		—									
		37°	0,1	+	+	—	—	96	+	sauer	—	—	—	159 a
			1	+	+	—	—	96	+	sauer	—	+	—	160 a
			10	+		+	—							
156.	25. V.	37°	0,1		—									
			1		—									
		45°	10	+		+	+	120	+	sauer	—	+	—	91 b



**Zusammenfassung.**

Der Verfasser hat die Empfindlichkeit der Eijkmanschen Gärprobe zum Nachweis von fäkalhaltigem Abwasser in Wasser einer vergleichenden Prüfung unterzogen und dabei gefunden, daß diese Methode die Auffindung einer derartigen Verunreinigung ebenso sichergestellt, wie das Ansetzen der Gärprobe bei 37° mit nachfolgender Isolierung und Untersuchung der Gärungserreger. Das Ergebnis der Eijkmanschen Gärprobe soll erst nach 43 bis 48 Stunden beurteilt werden.

Stockholm, im Februar 1917.

**Referate.**

Westerdijk, J., *Phytopathology in the tropics*. (Ann. of the Missouri Botan. Gardens. Annivers. Proceed. Vol. II. 1915. p. 307—313.)

The author says that only a few fungous diseases of real importance occur in the Malayan Archipelago while, on the other hand, insect troubles prevail. She believes that this scarcity of serious fungous diseases may be due to the fact that the high temperature is not favorable to the production of spores in the case of many parasites and that the heavy rainfalls, combined with the abundant transpiration, cause a high water-content and scarcity of air in the vessels of the host. This lack of air and high temperature would explain the scarcity of wood-destroying fungi in the tropics.

Root fungi attack practically all the cultivated woody plants such as tea, coffee, rubber, quinine, cacao and cocoa, usually killing plants up to three or four years old. Probably all of these parasites belong to the *Hymenomycetes*, although in many cases no fruiting bodies have been found. In some regions the fruiting bodies of *Fomes semitossus* are found on the dying host, in others they have never been observed.

The only die-back disease common in this region is that caused by *Corticium javanicum*, which attacks all cultivated woody plants, e. g., rubber, coffee, quinine, tea, cacao, cocoa, and fruit trees, forming red layers on the twigs, branches and trunks. This occurs mostly in very moist valleys. Of the ascogenous and imperfect fungi which cause the die-back diseases of trees of the temperate zone, there are only a few representatives in the region under discussion.

None of the *Erysiphaceae* occur, but the *Peronosporaceae* find the conditions favorable. The canker of rubber and cacao is a serious disease caused by *Phytophthora Faberi* and there is a bad disease of tobacco caused by *Phytophthora nicotianae*, which kills the seedlings and also attacks mature plants.

*Peronospora maydis* destroys a large part of the Indian corn crop. *Phytophthora infestans* occurs rarely in the lower areas, the spores being unable to germinate at a high temperature, but is more destructive at the higher altitudes. The tubers, however, were not affected so far as observed by the writer. On the other hand, nearly every potato

tuber shows the internal brown spot believed to be a physiological disease, and this is much more striking than in the temperate regions, being accompanied by a softening of the tuber.

There is only one important rust, the Coffee-leaf disease caused by *Hemileia vastatrix*, which has ruined a large part of the coffee culture of Eastern Asia and obliged the growers to introduce other species of coffee of a poorer quality.

The rust of sugar-cane is unimportant. The smut diseases are negligible.

Leaf-spot disease are much less frequent than in Europe and the United States, and are of little importance, although those of sugar-cane, e. g., are widely spread.

The tea blights (*Pestalozzia palmarum* and *Laestadia Theae*) cause little damage.

Sugar-cane is the plant most subject to fungous attack. The cuttings are often destroyed by *Thielaviopsis ethacetica* and *Colletotrichum falcatum*.

Bacterial diseases are rare, the only one of importance known at present being the wilt of tobacco caused by *Bacillus solanacearum*. The same organism causes a disease of peanuts.

An alga, *Cephaleuros virescens*, causes a disease of tea and coffee, killing the leaves and in the case of tea, the twigs also.

No group of fungi confined to the tropics is known and on the other hand, the only group not represented in this region is the *Erysiphaceae*.

Florence Hedges (Washington).

Yendo, K., On the Cultivation of Seaweeds, with special Accounts of their Ecology. (The Econ. Proceed. of the Roy. Dublin Soc. 1914. II. p. 105—122, 1 plat.)

Uns interessiert in dieser Arbeit über die Tangkulturen der Japaner nur die Tatsache, daß der schlimmste Feind auf den *Laminaria*-Bänken nicht etwa Algen sind, sondern das Seegras *Phyllospadix*. Es verdrängt alle Laminarien, wenn es einmal aufgekommen ist. Daher muß es von vornherein sorgfältigst ferngehalten werden.

Matouschek (Wien).

Rudow, Massenhaftes Auftreten von Insekten. (Entomol. Zeitschr. XXVII. 1914. No. 46—52.)

I. Hautflügler: Um Eberswalde traten im Laufe der Jahre *Cimbex saliceti* Zadd. in Masse auf; bei Bellinzona sonderbarerweise auch auf Weiden; bei Seesen am Harz fraßen sie einmal junge Rotbuchen total kahl. — *Lophyrus* (Blattwespen) gab es manche Jahre in Unmassen bei Eberswalde, Chorin, Neuruppin, Cottbus. — Gallen von *Nematus gallarum* Rbg. und N. *Vallisnieri* Htg. traten in der Priegnitz durch längere Zeit in Menge auf. — Ballenweise konnte man 1888 von älteren Kirschbäumen bei Perleberg Raupen der schädigenden Blattwespen *Dolerus gonager* Fbr., *niger* Klg., *vestigalis* Klg. abschütteln; dort skelettierten die schneckenartigen Larven der Blattwespen *Eriocampa adumbrata* Klg. und *E. umbratica* Klg. die Obstbaumblätter. Die Vögel nützten wenig; man muß das Laub unter den Bäumen verbrennen und die Erde umgraben. — Zu Naumburg a. S. litten einmal Birnspalierbäume sehr stark

durch die Raupen von *Hoplocampa*-Arten; die gleichen Wespen wurden abseits auf *Prunus spinosa* bei ihrer schädigenden Tätigkeit bemerkt. — Bei Perleberg fraßen die Larven von *Athalia spinarum* Fbr. (Wespe) wildwachsende Doldenpflanzen tüchtig ab. Die Afterraupen von *Allantus marginellus* Pz. schädigten kultivierte Umbelliferen in Masse. *Lyda arvensis* Pz. schädigte Kieferschonungen bei Eberswalde; 1913 zeigte sich in den Neckargegenden Württembergs *L. hypotrophica* in Kiefernwäldern recht schädigend; die Zucht ergab wenige Schmarotzer. *Lyda pyri* Schrk. trat auf wilden und kultivierten Birnen zu Eberswalde oft auf. Bei Biberach fand Verf. einmal den *Cephus pygmaeus* L. in Unmasse als Getreidehalmwespe auf Roggenfeldern, aber auch auf jeglicher Feldblume (besonders Kompositen). — In Eberswalde und in Mecklenburg traten einmal *Andricus terminalis* Htg. in Eichenschonungen in Masse gallenbildend auf. — 1913 traten in Steiermark die Gallen von *Diastrophus rubi* Htg. in größter Menge auf Brombeerranken auf. Die auf Bergahorn vorkommenden Gallen von *Pediaspis aceris* Fst. waren oft bei Kösen a. S. zu sehen. — *Bombyx pini* L. trat in den letzten Jahren in den Kiefernwäldern der Mark und Anhalts oft auf; ihre Puppen wurden dezimiert durch *Ichneumon culpator* Gr. und *I. bilunulatus* Gr. Bei einem massenhaften Auftreten von *Cheimatobia brumata* L. erschienen viele *Anomalon flaveolatum* Gr. — Zu Naumburg a. S. fand man auf allen Stauden von *Artemisia vulgaris* L. in Blütenköpfchen Gallen; die Erreger, Blattläuse, ergaben bei der Zucht die kleine Braconide *Aphidius absynthii* Msh. in Menge. — Durch mehrere Jahre entwickelten sich aus Nashornkäfern, mit Gerberlohe in die Weinberge eingetragen, um Bozen und im Eisacktale Massen von *Scolia hirta* Schrk. — In Perleberg traten 1890 *Vespa*-Arten (namentlich *V. vulgaris*, *germanica* und *rufa*) in solcher Menge auf, daß sie Gläser mit Marmelade beim Konditor in kurzer Zeit ausleerten, die sie schützenden Papiere und Tierblasen durchfraßen, Fleisch und Kalbsleber wurde teils zerfressen, teils ganz aufgefressen. —

II. Käfer: *Calandra granarius* L. wurde im Frühjahr 1911 in großer Menge auf Ziegelsteinen in der Sonne bemerkt. Unweit war wohl ein Getreideschüttboden, doch hausten die Käfer nicht dort, sondern überschwemmten die Wohnungen und benagten alles Genießbare. — *Hylurgus piniperda* L. (Borkenkäfer) kam bei Perleberg aus den Kieferschonungen direkt in die Häuser der Stadt. *Niptus hololeucus* Fald. erschien ebenda plötzlich in riesiger Menge; in der Apotheke zerstörte er Kräuter, im Pfarrhofe Kleider, Teppiche und Polstermöbel. — *Meligethes aeneus* Fbr. hauste 1887 sehr arg bei Hameln an Rapsblüten und behinderte die Samenbildung. —

III. Schmetterlinge: Beobachtungen von Raupenzügen von *Pieris brassicae* L. bei Sulza und in der Stadt Perleberg selbst. — *Bombyx pudibunda* L. entblätterte Rotbuchen des Harzes 1869 sehr; die Zucht der Raupe ergab den Schmarotzer *Glypta pudibundae* Htg. *Bombyx pini* L. entnadelte 1887/88 Kiefern bei Perleberg; dem Fraße wurde Einhalt getan durch die Unmasse der Schmarotzer der Raupen, vor allem *Anomalon circumflexum* Gr. und der Fliege *Echinomyia*. Ebenda erschien neben dem Kiefernspanner (*Bupalus piniarius*) einmal *Tortrix resinana* L. und *Bouoliana*

Schff. in jungen Schonungen in solcher Menge, daß jedes Bäumchen Harzgallen auf den Nadeln in Menge besaß. *Cheimatobia brumata* und *boreata* fraßen hier einmal Birken kahl, letztere trieben aber wieder aus. — 1897 gab es auf den Kiefern der Bauernwälder bei Bozen sehr viele Gespinste von *Cnethocampa pityocampa* Schff., die Bäume verdorrten. Die Bauern vertilgten die Gespinste gründlich, so daß die nächsten Jahre das Insekt nicht mehr auftrat. —

IV. Dipteren: Um Perleberg 1877 waren die Kriebelmücken *Simulia reptans* L. und *S. maculata* Mg. eine Landplage; Fohlen und Kälber erstickten, da die Nase verstopft wurde, die Menschen konnten im Freien nicht mehr gehen. — Bei Naumburg waren fast alle Verbascumstauden mit aufgetriebenen Samen versehen (Gallen), man konnte leicht die Gallmücken *Asphondylia verbasci* Vall., Pteromalinen und *Tychius* (Rüsselkäfer) aus ihnen züchten. —

V. Orthopteren: Verf. erinnerte an die Heuschreckenplage 1874 in Brandenburg; das aufgetretene Insekt war *Pachytylus migratarius* L. var. *cinerascens* Fbr. Es ließ sich die Jahre darauf nicht mehr sehen. Bei Warnemünde und an anderen Orten der Ostsee konnte Verf. nur einigemale den echten *P. migratorius* fangen. — Einmal krochen aus einer Scheune, in der Raps ausgedroschen wurde, eine Unmenge Ohrwürmer hervor, die Hühner nahmen sie nicht an; ein anderesmal kamen beim Umbau eines Backofens sehr viele Schwaben zum Vorschein (*Blatta orientalis*), aber die herbeigelockten Dohlen fraßen sie auf dem Hofe nicht. — 1910 wurden Unmassen von *Thrips cercalium* mit Roggenfarben nach Naumburg gebracht; weibliche Personen wurden besonders heimgesucht. —

VI. Hemiptera: In einer Wohnung in Krieglach stellte sich Sommer 1913 die echte *Cimex hirundinis* Jen. in Menge ein.

VII. Im Nachtrage erwähnt Verf. noch folgende Fälle: *Tinea granella* L. (Kornmotte) zerfraß getrocknete Steinpilze gründlich. — *Hyponometa padi* L. (Kleinschm.) trat in Thüringen 1900 verheerend auf Pflaumenbäumen auf. Die Gespinste verbrannte man mit besonders eingerichteten Laternen, da das Abschneiden keinen Erfolg brachte. 1910 trat dieser Schädling im Neckargebiet an Schlehe und *Evonymus* in Menge auf, schadete hierbei den Obstbäumen nicht. Die Zucht der Puppen ergab viel *Limneria*.  
Matouschek (Wien).

Woebel, G., Der Schutz der Ernteprodukte gegen Sperlingsfraß. (Landwirtschaftl. Zeitschr. f. d. Rheinprov. Jg. 15. [N. F.] 1914. S. 623—625.)

Wenn Haus- und Feldsperling auch zur Brutzeit manche Raupe auf Obstbäumen wegfangen, so ist der von ihnen bei stärkerem Auftreten durch Körnerfraß verursachte Schaden doch weit höher anzuschlagen. Durch Körnerauspicken können oft ganze Weizenschläge vernichtet werden. Auch in den jungen Saaten wird manches Pflänzchen von den Sperlingen zerstört, auf Obstbäumen beißen sie aus Mutwillen Knospen ab, reifes Obst wird von ihnen entwertet. Meisen und andere Höhlenbrüter, Schwalben und sonstige nützliche Insektenfresser werden von ihnen vertrieben.

Als Gegenmittel empfiehlt Verf. Anbau begrannter Sorten, kleine Windmühlen, die durch ihr Geräusch die Tiere fernhalten, Feldhüter, welche die Spatzen wegschießen. Für Saatwirtschaften kommen Schutznetze in Be-

tracht. In den Gärten empfiehlt sich außer Wegschießen und Überhängen von Netzen, Überspannen mit bunten Baumwollfäden, Papierfahnen, spiegelnden Blechabfällen, bei Erbsensaat tiefes Pflanzen, ferner Anbringen von Nistkästen, die alle drei Wochen revidiert werden, Fangen mit Schlagnetzen und durch alkoholgetränkten Weizen. W. Herter (Berlin-Steglitz).

**Hubenthal, Wilh.,** Über einige in Deutschland eingeschleppte exotische Käfer. (Entomol. Mitteil. Bd. 4. 1915. S. 128—130.)

1. An Nüssen, die in Ballen mit Nelkenstengeln von Zanzibar jährlich in die Vanilinfabrik in Holzminden kommen, lebt der Käfer *Sternochetus mangitera* Fabr. Die Nüsse sind in den Säcken eine nicht willkommene Zugabe. Der Käfer bearbeitet die Nuß gründlich.

2. Vertreter der Gattung *Caryoborus* wurden zu Sättelstädt in Steinnüssen fressend angetroffen. — Mit Akazienschoten aus Ostindien wurde nach Arnstadt (Thüringen) eingeführt der Schädling *Caryoborus (gonagra) F?* — Beträchtlichen Schaden erzeugten an indischen Futtererbsen *Pachymerus chinensis* L. und *P. 4-maculatus* F. — *Acanthoscelides tetricus* Schh. und *Acanthoscelides* sp. traten auf Samen von *Acacia* (aus Ostindien stammend) in Erfurt auf. Matouschek (Wien).

**Rudow,** Die Schmarotzer der wanzenartigen Insekten, Hemiptera, Homoptera, Rhynchota. (Entomol. Zeitschr. XXIX. 1915. S. 17—18, 22.)

Die bisherigen Erfahrungen lehren, daß Insekten mit vollkommener Verwandlung namentlich von Schlupfwespen belegt werden, da ihre vielfach trägen Larven und die längere Zeit ruhende Puppe bequemen Angriffen leicht zugänglich sind. Die Gruppe der Insekten ohne Puppenzustand bieten diese Vorteile den genannten Wespen nicht, da die Larven lebhaft sind und sich öfters häuten. Da bleiben die Eier, die aber auch, trotzdem oft deutlich sichtbar, oft in Häufchen angeordnet, übrig. Aber der vielen Wanzen anhaftende Duft scheint förmlich den Eiern anzuhaften, da man letztere gar so selten belegt findet. Nur die ruhigen Blatt- und Schildläuse bieten dem Schmarotzer zur Eiablage Gelegenheit. Auch aus von ihnen erzeugten Gallen kann man leicht die Schmarotzer züchten, ja selbst aus Australien angekommenes Material brachte Erfolg. Verf. bemühte sich sehr, die Schmarotzer zu erhalten. Er stellte eine Liste zusammen. Einige Beispiele:

*Aphis pruni* Fbr. ergab *Praon volucre* Hal.; *Lachnus pini* L. den *Aphidius abietis* Mrsh., *A. pini* Mrsh.; *Myzus cerasi* Fbr. den *Aphidius cerasi* Hal., *Ephedrus lacertosus* Hal., *E. validus* Hal. Matouschek (Wien).

**Rudow,** Die Schmarotzer der Fliegen, Diptera. (Entomol. Zeitschr. XXVIII. 1914. S. 118, 121—122; XXIX. 1915. No. 1. S. 1—2.)

Verf. hat ein Verzeichnis der von ihm im Zuchtkasten erhaltenen Schmarotzer von Fliegen aufgestellt. Einige Beispiele:

*Cecidomyia piri* Bé. ergab *Entedon oleinus* Rbg., *Platygaster niger* Welk.; *Phora rufipes* Fbr. und *Ph. tuberosum* Macq. den *Bracon variator* Ns., *Br. urinator* Ns. — *Syrphus pinastri* L., *Tachina rustica*, *Tipula oleracea* L. und auch *Musca domestica* L. beherbergen sehr viele Arten von Schmarotzern.

Matouschek (Wien).

**Reum, W.**, Beobachtungen an der Raupe von *Tinea pelliionella*. (Entomol. Zeitschr. Bd. 32. 1914. S. 8.)

Die Raupe zerstört bekanntlich gepolsterte Möbel, Kleidungsstücke und Pelz. Sie umhüllt sich mit abgenagten Stofffasern. Sperrt man sie in ein Beobachtungsglas und nimmt ihr die Möglichkeit, sich eine Hülle aus Stofffasern herzustellen, dann verfertigt sie sich einen weißen auf beiden Seiten offenen Gespinstschlauch aus ihrem Drüsensekrete. Es ist nur rätselhaft, woher das Tierchen dieses Sekret nimmt, da es kein Futter zur Verfügung hat. Die Raupe ergab stets den Falter. **Matouschek** (Wien).

**Howard, L. O.**, Concerning some Aphelininae. (Proceed. Entomol. Soc. of Washington. 1914. p. 78—85.)

*Mesidia gilletei* n. sp. (aus *Brachycolus tritici* gezogen, Colorado);

*Dirphys* n. g. (Typus *Mesidia mexicana* How.);

*Paraphelinus tomaspidis* n. sp. (aus den Eiern von *Tomaspis varia*, Trinidad);

*Physcus fijiensis* n. sp. (aus *Aspidiotus* sp., Fiji);

*Physcus gracilis* n. sp. (von einem *Lepidosaphes* herrührend);

*Ph. townsendi* n. sp. (Peru);

*Azotus chionaspidis* n. sp. (aus *Chionaspis difficilis*; Japan). **Matouschek** (Wien).

**Rohwer, A. S.**, Descriptions of Braconidae. (Proceed. Entomol. Soc. Washington. XVII. 1915. p. 55—56.)

Neu sind:

*Allodorus tomoxiae* n. sp., parasitisch in den Larven von *Tomoxia lineella*, die in *Liriodendron*-Stämme bohrt; Virginien. — *Macrocentrus aegeriae* n. sp., parasitisch in der Larve von *Sesia (Aegeria) castaneae* Busck., S.-Karolina. **Matouschek** (Wien).

**Malloch, J. R.**, Description of a new species of *Agromyza* from Porto Rico. (Proceed. Entomol. Soc. Washington. 1914. p. 89—90).

*Agromyza inaequalis* n. sp., von *Vigna repens*? herrührend, wird beschrieben und abgebildet. **Matouschek** (Wien).

**Quaintance, A. L.**, and **Baker, A. C.**, Classification of the Aleyrodidae. P. II. (U. S. Dep. of Agric. Bur. of Ent. Techn. Ser. 27. P. II. 1914. 14 Tab.)

Eine Bestimmungstabelle für die 18 Gattungen der Mottenschildläuse; Gattungsdiagnosen und Aufzählung aller Arten. 14 Arten der alten Gattung *Aleyrodes* stehen noch außerhalb der Einordnung. Die vielen Tafeln sind eine wertvolle Beigabe. **Matouschek** (Wien).

**Pierce, W. Dwight**, Descriptions of two new species of Strepsiptera parasitic on sugar cane insects. (Proceed. of the Entomol. Soc. Washington. XVI. 3. 1914. p. 126—129).

*Stenocranophilus quadratus* n. g. n. sp. (Anthericommidae, Halictophagidae) ist ein Parasit von *Stenocranus saccharivorus* Westw. (Porto Rico). — *Pyrilloxenos compactus* n. g. n. sp. (Halictophaginae) ist ein Parasit von *Pyrilla* sp. (Behar).

**Matouschek** (Wien).

**Rohwer, S. A.**, Descriptions of two parasitic Hymenoptera. (Proceed. Entomol. Soc. Washington. XVI. 1914. S. 141—142.)

*Sympherta mnemonica* n. sp., parasitisch in *Mnemonica auricyanea*, die sich auf Edelkastanie und Eiche nährt. — *Podogaster evetriorus* n. sp., parasitisch in *Evetria* sp., *Pinus ponderosa* zerstörend. Matouschek (Wien).

**Marlatt, C. L.**, Cockroaches. (U. S. Dept. Agric. Farmers Bull. 658. 1915. S. 1—15.)

A popular account, with remedies, of the four species of roaches, *Blatta orientalis* L., the Oriental cockroach; *Blatella germanica* L., the European cockroach; *Periplaneta australasiae*, the Australian cockroach; and *Periplaneta americana*, the American cockroach, infesting human habitations.

The structural characters, habits, transformations, natural enemies, and a full discussion of remedies is given. Reynolds (Washington).

**Thompson, William R.**, Sur une Tachinaire parasite à stade intraarticulaire. (Compt. Rend. Acad. scienc. Paris. 1915. No. 2.)

Verf. fand bei Cornell (Ithaca) in der ganz durchsichtigen Haut der Raupen der Eulenart *Hamamelis virginiana* die jungen Tachinenlarven zwischen 2 Lagen der Kutikula. Sie lagen konstant mit dem Rücken nach außen gekehrt. Eine Verbindung nach außen und nach innen (in den Raupenkörper) fehlte. Man konnte die Larven lebend aus der Kutikula ziehen. Verf. meint, daß die Tachinenlarven den Winter in der Haut ihres Wirtstieres zubringen. Matouschek (Wien).

**Snyder, Thos. E.**, Biology of the Termites of the Eastern United States with preventive and remedial Measures. (U. S. Dept. Agric. Bur. of Entomol. Bull. 95. Part II. 1915. S. 1—85. Plat. I—XVII.)

The author, an acknowledged authority on Termites and who has previously published an amount of original matter pertaining thereto, has during the period from 1910 to 1914 successfully elaborated the life history and habits of two species of Termites, which for complexity is second to no other insect.

While a large amount of the discussion is devoted to the history and biology of the species *Leucotermes flavipes* Kollar and *Leucotermes virginicus* Banks, the concluding pages recite preventives and remedies principal among which are coal-tar cresote, carbolineums, tar, linseed oil, kerosene and paraffin, oil of citronella, saccharin and arsenic salts, chlorinated naphthaline, and mercury and zinc.

The use of certain woods, claimed to be immune to Termite attack, is advocated, but owing to their tropical habitat and the expense attendant on their importation, they would not be available for general use.

A bibliography is appended. Reynolds (Washington).

**Sasscer, E. R.**, Catalogue of recently described Coccidae. V. (Proceed. Entomol. Soc. Washington. XVII. 1915. S. 25—28.)

Die früheren Teile des Kataloges wurden im Bureau of Entom. U. S. Agricult. Techn. Ser. bis 1912 publiziert. Mit gleicher Gewissenhaftigkeit notiert Verf. alle seit 1912 beschriebenen Genera und Arten, wobei er auf die Verbreitung und auf die Wirtspflanze besonders Rücksicht nimmt. Es handelt sich da um 4 neue Genera und 103 neue Arten.

Matouschek (Wien).

**Wenz, W.,** Einseitige Schädigung von Bäumen durch Rauchgase. (Naturw. Wochenschr. N. F. XIII. 1914. S. 795.)

Die Landstraße längs des Maines von Schwanheim nach Niederrad wird beim ersten Orte von Obstbäumen eingefaßt. Gegenüber (am anderen Flußufer) befinden sich die chemischen Fabriken von Griesheim a. M. Von dort kommen die Rauchgase, bzw. oft der Regen mit den schädigenden Gasen. Letztere werden an den benetzten Blättern absorbiert und entfalten ihre schädigende Wirkung, die darin besteht, daß Entblätterung eintritt. Die leidende Seite des Baumes ist gleichsam ein Schirm gegen die Dämpfe zugunsten der anderen Seite.

Matouschek (Wien).

## Neue Literatur,

zusammengestellt von

Prof. Dr. OTTO HAMANN,

Oberbibliothekar der Kgl. Bibliothek in Berlin.

### Allgemeines, Lehrbücher usw.

**Jahresbericht über die Fortschritte in der Lehre von den pathogenen Mikroorganismen, umfassend Bakterien, Pilze und Protozoen.** Herausgeg. von Paul v. Baumgarten u. Walter Döbbelt. Leipzig (Hirzel) 1917. XII, 1156 S. 8°. M 54,—.

### Untersuchungsmethoden, Instrumente usw.

**Bass, Robert,** Einfache feuchte Kammer für bakteriologische Zwecke. München. med.) Wochenschr. Jg. 64. 1917. No. 34, S. 1105—1106. 1 Fig.)

**Brenner, Widar,** Züchtungsversuche einiger in Schlamm lebenden Bakterien auf selenhaltigem Nährboden. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 57. 1917. S. 95—127.)

**Zeifler, Joh. und Gassner, G.,** Ein Erneuerungsverfahren für gebrauchten Metachromgelb-Wasserblau-Dreifarbennährboden. (Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Orig.-Bd. 80. 1917. H. 5. S. 253—258.)

### Systematik, Morphologie.

**Barthel, Chr.,** Die Geißeln des *Bacterium radicola* (Bej). (Zeitschr. f. Gärungsphysiologie, 1917. Bd. 6. H. 1. S. 13—17. Mit 2 Textfig.)

**Bordas, L.,** Sur quelques points d'anatomie de la tordeuse du chêne (*Tortrix viridana* L.). (Compt. rend. Acad. sc. T. 164. 1917. No. 20. S. 789—791.)

**Bubák, Fr.,** Einige neue oder kritische Pilze aus Kanada. (Hedwigia. Bd. 58. 1917. S. 15—34.)

**Buchs, M. und Dittrich, G.,** Bemerkungen zu neuen Funden schlesischer Pilze. 2. (Hedwigia. Bd. 58. 1917. H. 5/6. S. 332—341.)

**Demelius, Paula,** Über einige neue Hyphomyceten und eine neue Varietät des *Rhizopus nigricans* Ehr. (Verh. K. K. Zool.-bot. Ges. Wien. Bd. 46. 1916. S. 489—494. 5 Fig.)

**Dittrich, G.,** Bemerkungen zu neuen Funden schlesischer Pilze. (Hedwigia. Bd. 58. 1917. S. 1—8.)

**Enderlein, Günther,** Ein neues Bakteriensystem auf vergleichend morphologischer Grundlage. (Bakteriologische Studien 4.) (Sitzungsber. Ges. naturf. Freunde. Berlin 1917. No. 4. S. 309—313.)



- Guilliermond, A.**, Sur la division nucléaire des levures. (Ann. de l'inst. Pasteur. Année 31. 1917. No. 3. S. 107—113. 1 Taf.)
- Hohenadel, M.**, Morphologische und biologische Studien über *Bakterium lactis commune*. (Arch. f. Hyg. Bd. 85. 1917. H. 5. S. 237—263.)
- Jaap, Otto**, Weitere Beiträge zur Pilzflora der Schweiz. Berlin (Friedländer) 1917. (S. 97—124.) 8°. (Sep. Ann. mycol. Bd. 15.) M 3,—
- von Keissler, Karl**, Zur Kenntnis der Pilzflora von Ober-Steiermark (Mit kritischen Bemerkungen.) (Beih. z. Bot. Zentralbl. Bd. 34. Abt. 2. 1917. H. 1. S. 54—130. 4 Fig.)
- Kleine, R.**, Die *Chrysomela*-Arten *fastuosa* L. und *polita* L. und ihre Beziehungen zu ihren Stand- oder Ersatzpflanzen. (Zeitschr. f. wiss. Insektenbiol. Bd. 13. 1917. H. 1/2. S. 1—8; H. 3/4. S. 70—77. 34 Fig.)
- Migula, W.**, Die Brand- und Rostpilze. Ein Hilfsbuch zu ihrem Erkennen, Bestimmen, Sammeln, Untersuchen und Präparieren. 128 S. 10 Taf. Lex. 8°. Stuttgart (Franck-sche Verlagshandlung) 1917.
- Paillot, A.**, Microbes nouveaux parasites des chenilles de *Lymantria dispar*. (Compt. rend. soc. biol. T. 164. 1917. No. 13. p. 525—527.)
- Reichert, Israel**, *Stephanoma strigosum* Walbr. auf *Lachnea gregaria* Rehm. (Hedwigia. Bd. 58. 1917. H. 5/6. S. 329—331. 2 Fig.)
- Sartory, A.**, Contribution à l'étude anatomique et histologique de quelques champignons du genre *Coprinus*. (Compt. rend. soc. biol. T. 80. 1917. No. 7. p. 347—348.)
- Schumacher, F.**, Eisprenger bei Wanzen aus der Gruppe der Pentatomoiden (Hemiptera-Heteroptera). (Sitzungsber. Ges. nat. Freunde. Berlin 1917. No. 7. S. 438—44.)
- Stäger, R.**, *Stenopococus stigmaticus* (Imh. et Labr.) und sein Erbfeind. (Zeitschr. f. wiss. Insektenbiol. Bd. 13. 1917. H. 3/4. S. 59—63. 2 Fig.)
- Theysen, Ferd.**, Mykologische Abhandlungen. (Verh. K. K. zool.-bot. Ges. Wien., Bd. 46. 1917. S. 296—400. 1 Taf. u. 14 Fig.)
- Tobler, F.**, Ein neues tropisches Phyllosiphon, seine Lebensweise und Entwicklung. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 58. 1917. H. 1. S. 1—28. 1 Taf. u. 11 Fig.)
- Wichmann, Heinrich**, Borkenkäfer Istriens. (Entomol. Blätter. Jg. 12. 1916. H. 1/3. S. 11—29. 10 Fig.)

## Biologie.

- Baudys, Ed.**, Ein Beitrag zur Verbreitung der Gallen in Böhmen. (Verh. K. K. Zool.-bot. Ges. Wien. Bd. 46. 1917. S. 49—136. 9 Fig.)
- Berthold, Erich**, Zur Kenntnis des Verhaltens von Bakterien im Gewebe der Pflanzen. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 57. 1917. S. 387—460. 3 Fig.)
- Bokorny, Th.**, Anhäufung von Fett in Pflanzenzellen, speziell Hefe. (Arch. f. Anat. u. Physiol. Jag. 1915. Physiol. Abt. H. 6. S. 305—349.)
- Burri, B. und Hohl, J.**, Periodische Untersuchungen über die Euterbakterien der Kühe des Liebefeldstalles. (Landw. Jahrb. d. Schweiz. 1917. H. 3. S. 315—328.)
- Debatin, Otto**, Eisenbakterien. (Naturwiss. Umschau d. Chemik.-Zeitg. 1917. No. 5/6. S. 38—41.)
- Demelius, Paula**, Konidienbildung bei *Polyporus lucidus* Leyss. (*Ganoderma lucidum*). (Verh. K. K. Zoo.-bot. Ges. Wien. Bd. 46. 1916. S. 494—495.)
- Düggeli, M.**, Die Schwefelbakterien und ihre Tätigkeit in der Natur. (Naturwiss. Wochenschrift. 1917. No. 24. S. 321—328. Mit 6 Abb.)
- Fischer, Ed.**, Publikationen über die Biologie der Uredineen im Jahre 1916. (Zeitschr. f. Bot. Jg. 9. 1917. H. 7/8. S. 489—501.)
- Franz, V.**, Die Stellung der Bakterien im Organismenreich. (Mikrokosmos. Zeitschr. f. angew. Mikroskopie usw. 1917. Jg. 10. H. 9. S. 169—171.)
- Giesenhagen, K.**, Entwicklungsgeschichte einer Milbengalle an *Nephrolepis biserrata* Schott. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 58. 1917. H. 1. S. 66—104. 2 Taf. u. 3 Fig.)
- Hedicke, H.**, Beiträge zur Gallenfauna der Mark Brandenburg. 3. Die Dipterengallen. (Zeitschr. f. wiss. Insektenbiol. Bd. 13. 1917. H. 3/4. S. 78—82.)
- , Neue Gallensubstrate aus dem Arboretum des Kgl. Botanischen Gartens zu Berlin-Dahlem. (Sitzungsber. Ges. naturf. Freunde. Berlin 1917. No. 2. S. 174—177.)
- Henneberg, W.**, Die Bakteriologie der Einsäuerung. (Nachr. a. d. Klub d. Landw. zu Berlin. 1917. 51. Jd. No. 605. S. 5—7.)
- Killian, Karl**, Über die Sexualität von *Venturia inaequalis* (Cooke) Ad. (Zeitschr. f. Bot. Jg. 9. 1917. H. 6. S. 353—398.) 22 Fig.
- Korff, G. und Maier, H. N.**, Bericht über eine Reise zum Studium der Bisamratte in Bayern und Böhmen. (Praktische Blätter f. Pflanzenbau u. -schutz. 1917. H. 1/2. S. 11—19.)

- Korff, G. und Maier, H. N.**, Bericht über eine Reise zum Studium der Bisamratte in Bayern und Böhmen. (Allgemeine Fischerei-Zeitg. 1917. No. 3. S. 33—37; No. 4. S. 49—52.)
- Linossier, G.**, Sur la biologie de l'Oidium lactis. 4. Alimentation minérale. (Compt. rend. soc. biol. T. 80. 1917. No. 7. p. 332—335.)
- , Sur la biologie de l'Oidium lactis. Influence de la quantité des aliments minéraux sur le développement du champignon. (Compt. rend. soc. biol. T. 80. 1917. No. 9. p. 433—435.)
- , Sur la biologie de l'Oidium lactis. Influence de la quantité des aliments organiques sur le développement du champignon. (Compt. rend. soc. biol. T. 80. 1917. No. 9. p. 429—432.)
- Mazé, P. et Ruot, M.**, Recherches sur l'assimilation de l'acide lactique par les levures et sur la production d'acide pyruvique par les levures et les oidiums. (Compt. rend. soc. biol. T. 80. 1917. No. 7. p. 336—339.)
- Miehe, Hugo** Weitere Untersuchungen über die Bakteriensymbiose bei *Ardisia crispa*. 2. Die Pflanze ohne Bakterien. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 58. 1917. H. 1. S. 29—65.) 10 Fig.)
- Molliard, Marin**, Production artificielle d'une galle. (Compt. rend. Acad. soc. T. 165. 1917. No. 4. p. 160—162. 1 Fig.)
- Nechleba**, Weiteres von der Bisamratte. (Naturwiss. Zeitschr. f. Forst- u. Landw. 1917. H. 4/6. S. 165—176.)
- Neger, F. W.**, Experimentelle Untersuchungen über Rußtaupilze. (Flora. Bd. 110. 1917. H. 1/2. S. 67—139. 31 Fig.)
- , Beiträge zur Kenntnis des Rottfäulepilzes (*Trametes radiciperda* Hartig) (Naturwiss. Zeitschr. f. Forst- u. Landw. 1917. H. 2. S. 52—68. Mit 2 Abb.)
- Nienburg, Wilhelm**, Über die Beziehungen zwischen den Algen und Hyphen im Flechten-Thallus. (Zeitschr. f. Bot. Jg. 9. 1917. H. 9. S. 529—545.)
- Niessen**, Cecidologische Studien im Lehrerseminar. (Aus der Natur. Jg. 12. 1917. H. 6. S. 352—367. 12 Fig.)
- Pringsheim, Ernst G.**, Zur Physiologie endophytischer Cyanophyceen. (Arch. f. Protistenk. Bd. 38. 1917. H. 1. S. 126—130.)
- Rénon, Louis**, Disparition de la vitalité et de la virulence des spores de l'*Aspergillus fumigatus*, après 25 ans de séjour dans une vieille culture. (Compt. rend. soc. biol. T. 80. 1917. No. 13. S. 616—617.)
- Rübsaamen, Ew. H.**, Cecidomyidenstudien 6. (Sitzungsber. d. Ges. naturf. Freunde. Berlin 1917. No. 1. S. 36—99. 21 Fig.)
- Ruschka, F.**, Zur Lebensweise des Apfelkern-Chalcidiers. (Zeitschr. f. wiss. Insektenbiol. Bd. 13. 1917. H. 1/2. S. 33.)
- Scheidter, Fra.**, Über die Eiablage von *Saperda populnea* L. (Naturwiss. Zeitschr. f. Forst- u. Landw. 1917. H. 4/6. S. 113—128. Mit 6 fotogr. Aufnah. d. Verf.)
- Sedlacek, Walther**, Einwirkung des Klimas auf die Entwicklung der Nonne. (Verh. K. K. Zool.-bot. Ges. Wien. Bd. 46. 1916. S. 28—34.)
- Singer, Grete**, Die Schädigung der Bakterien durch die Gärung. (Arch. f. Hyg. Bd. 86. 1917. H. 6/8. S. 274—307.)
- Skupienski, François Xavier**, Sur la sexualité chez les champignons myxomycètes (Compt. rend. Acad. soc. T. 165. 1917. No. 3. S. 118—121.)
- Zikes, Heinrich**, Über den Einfluß des Luftdruckes auf die Gärung. (Allg. Zeitschr. f. Bierbr. u. Malzfabrik. Jg. 45. 1917. No. 38. S. 299—300.)
- , Über den Einfluß der Konzentration der Würze auf die Biologie der Hefe (Vorl. Mitt.). (Allg. Zeitschr. f. Bierbr. u. Malzfabrik. Jg. 46. 1918. No. 4. S. 21—22.)

### Beziehungen der Bakterien und Parasiten zur unbelebten Natur.

#### Luft, Wasser, Boden.

- Galli-Valerio, B.**, Hygienischer Trinkbrunnen. (Arch. f. Schiffs- u. Tropen-Hyg. Bd. 21. 1917. H. 11/12. S. 199—205. 2 Fig.)
- Hesselmann, Henrik**, Studier över salpeterbildningen i naturliga jordmånar och dess betydelse i växtekologiskt avseende. Studien über die Nitratbildung in natürlichen Böden und ihre Bedeutung in pflanzenökologischer Hinsicht. (Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt. H. 13/14. Stockholm 1917. S. 297—528. Skogsvårds-föreningens Tidskrift 1917.)

- Hesselmann, Henrik**, Studier över de norrlandska tallhedarnas förnygringsvillkor. 2. Studien über die Verjüngungsbedingungen der Norrländischen Kiefernheiden. (Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt. H. 13/14. Stockholm 1917.)
- , Om våra skogsförnygringsåtgärders inverkan på salpeterbildningen i marken och dess betydelse för barrskogens förnygring. On the effect of our regeneration measures on the formation of salpeter in the ground and its importance in the regeneration of coniferous forests. (Meddelanden från Statens skogsförsöksanstalt. H. 13/14. Stockholm 1917.)
- Kühn, Othmar**, Über biologische Wasseruntersuchungen. (Allg. Zeitschr. f. Bierbr. u. Malzfabrik. Jg. 45. 1917. No. 24. S. 192—193.)
- Saxl, Paul**, Über die Verwendung der keimtötenden Fernwirkung des Silbers für die Trinkwassersterilisation. (Wiener klin. Wochenschr. Jg. 30. 1917. No. 31. S. 865—867.)
- Stassano, Henri**, De la stérilisation des liquides par la chaleur sous couche mince. 7. (Compt. rend. Acad. soc. T. 165. 1917. No. 1. p. 41—43.)
- Stutzer, A.**, Beziehungen zwischen der Reaktion des Bodens, dem Auftreten von Pflanzenkrankheiten und der Entwicklung gewisser Pflanzen. (Fühlings landw. Zeitg. 1917. H. 5/6. S. 130—132.)
- Wilhelm, J.**, Zur biologischen Beurteilung der Verunreinigung des Meerwassers. (Hyg. Rundsch. Jg. 27. 1917. No. 11. S. 353—357.)
- Zikes, Heinrich**, Die biologische Beschaffenheit künstlicher Mineralwässer und Limonaden. (Allg. Zeitschr. f. Bierbr. u. Malzfabrik. (Jg. 45. 1917. No. 34. S. 271—272.)

### Milch, Molkerei.

- Barthel, Chr.**, Weitere Untersuchungen über die Reduktaseprobe, sowie Vergleiche mit einigen anderen neueren milchhygienischen Untersuchungsmethoden. (Zeitschr. f. Unters. d. Nahr.- u. Genußmittel. Bd. 34. 1917. H. 3. S. 157—164.)
- Eykman, Chr.**, Milchverfälschung durch Zusatz von Wasser. (Zeitschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. Jg. 27. 1917. H. 11—14.)
- Hildebrandt, A.**, Die Verfahren zur Unterscheidung roher und gekochter Milch. Ein Beitrag zur Kenntnis d. Peroxydase-Reaktionen d. Kuhmilch. (Milchwirtschaftliches Zentralblatt. 1917. H. 3. S. 33—42.)
- Kühl, Hugo**, Grundsätze für die Beurteilung der Kindermilch. (Oeffentl. Gesundheitspflege. Jg. 2. 1917. H. 5. S. 256—262.)
- Meyer, Adolf**, Homogenisierte Milch. (Zeitschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. Jg. 27. 1917. H. 18. S. 276—278. 2 Fig.)
- Mohorcic, Heinrich**, Über das Verhalten einiger chemischer Substanzen bei der Milchkonservierung. (Arch. f. Hyg. Bd. 86. 1917. H. 6/8. S. 254—262.)
- Ohta, Kohshi**, Buttermilch und Bakterienwachstum. (Jahrb. f. Kinderheilk. Bd. 85. 1917. H. 5. S. 358—376.)
- Paul, Theodor**, Konservierung von Butter für lange Zeit mit Hilfe des entwässerten Butterfettes. Landw. Jahrbuch f. Bayern. 1917. Jg. 7. H. 1. S. 83—87.)
- Pritsker, J.**, Zur Kryoskopie und Refraktometrie der Milch. (Zeitschr. f. Untersuchg. d. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 34. 1917. H. 2. S. 69—112.)
- Reitz, A.**, Umschau über die Fortschritte der Milchforschung. (Zeitschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. Jg. 27. 1917. H. 6. S. 81—83; H. 7. S. 101—102.)
- Scheiber**, Milchversorgung und Milchverwertung während des Krieges in Flandern. (Arch. f. Kinderheilk. Bd. 66. 1917. H. 3/4. S. 217—251.)
- Singer, Grete**, Die Konservierung der Marktmilch mit Wasserstoffsperoxyd. (Arch. f. Hyg. Bd. 86. 1917. H. 6/8. S. 263—273.)
- Weigmann**, Bakteriologische Forschungen auf dem Gebiet der Butterbereitung. (Milchwirtschaftliches Zentralblatt. 1917. No. 6. S. 81—86; No. 7. S. 98—102.)

### Wein, Weinbereitung.

- Baragiola, W. J.**, Die Säure der Obstweine. (Landw. Jahrbuch d. Schweiz. 1916. H. 5. S. 441—454.)
- und **Schuppli, O.**, Der Gehalt an Weinsäure in unseren Traubenmosten und Jungweinen. (Landw. Jahrb. d. Schweiz. 1916. H. 5. S. 455—480.)
- und **Braun, F.**, Die Wirkung vermeintlicher Hausmittel zur Heilung des Essigstichs beim Weine. (Landw. Jahrb. d. Schweiz. 1916. H. 5. S. 509—525.)
- Ellrodt, G.**, Infektionen im Brennereibetriebe, deren Erkennung und Beseitigung. (Zeitschr. f. Spiritusindustrie. 1917. No. 35. S. 335, 536, 343.)

- Fonzes-Diacon**, Sur la casse blanche des vins. (Compt. rend. Acad. soc. T. 164. 1917. No. 17. p. 650—652.)
- Krämer, Eberhard**, Über den Rückenschwefler „Triumph“. Der Weinbau. Jg. 16. 1917. No. 5. S. 51—52.)
- Laborde, J.**, Contribution à l'étude des altéhydes du vin. (Ann. de l'inst. Pasteur. T. 31. 1917. No. 5. p. 215—252.)
- Müller-Thurgau, H.** und **Osterwalder, A.**, Untersuchungen über die Einwirkung von Stickstoffzusätzen auf die Gärung von Obstweinen. (Landw. Jahrb. d. Schweiz. 1917. Jg. 31. H. 1. S. 44—98.)

#### Bier, Bierbereitung.

- Cluss, Adolf**, Das Bier und unsere Volksernährung im Weltkriege. Wien (Braumüller) 1916. S. 32. 8°.
- Ebenhusen**, Die Erhaltung unserer Hefen bei Dünnbierbereitung in ihrer Beziehung zu den finanzamtlichen Kontrollvorschriften in Österreich. (Allg. Zeitschr. f. Bierbr. u. Malzfabr. Jg. 45. 1917. No. 35. S. 279—280.)
- Fries, Georg**, Über Dünnbier. (Allg. Zeitschr. f. Bierbr. u. Malzfabr. Jg. 45. 1917. No. 31. S. 249—251.)
- Heuß, Robert**, Die biologische Betriebskontrolle in der Brauerei und Bemerkungen zu Entnahmen und Versand biologischer Proben. Auto-Ref. (Allg. Zeitschr. f. Bierbr. u. Malzfabr. Jg. 45. 1917. No. 20. S. 167—160.)
- , Literarische und zymotechnische Rückblicke auf das Jahr 1917. (Allg. Zeitschr. f. Bierbr. u. Malzfabr. Jg. 46. 1918. No. 5. S. 31—34.)
- Moufang, Ed.**, Haltbarkeit und Zusammensetzung der Biere. (Allg. Zeitschr. f. Bierbr. u. Malzfabr. Jg. 45. 1917. No. 23. S. 183—185.)
- Schönfeld und Krumhaar**, Gärung und Lagerung unter dem Gesichtspunkte der Tätigkeit der Maltose. (Wochenschr. f. Brauerei. 1917. No. 8. S. 60—62.)
- Stockhausen, F.**, Weitere Beobachtungen über die Gärungserscheinungen des Jahres 1916. (Wochenschr. f. Brauerei. 1917. No. 13. S. 105—108.)
- Thausing, J.**, Das österreichische Einheitskriegsbier und dessen Erzeugung. 1. (Allg. Zeitschr. f. Bierbr. u. Malzfabr. Jg. 45. 1917. No. 35. S. 277—279.)
- Walter, J. C.**, Zur Kenntnis der Bierdextrine. Diss. phil. Bern 1916. Referat von Robert Heuß. (Allg. Zeitschr. f. Bierbr. u. Malzfabr. Jg. 45. 1917. No. 22. S. 175—180.)
- Will, H.**, Das mikroskopische Bild der Hefen von Kriegsbieren und die Schlußfolgerungen aus jenem (Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen. Jg. 40. 1917. S. 209 u. S. 217. Ref. von Robert Heuß in Allg. Zeitschr. f. Bierbr. u. Malzfabr. Jg. 45. 1917. No. 32. S. 255—257.)
- , Einige Beobachtungen über den Einfluß von Schüttelbewegung auf die Haltbarkeit des Bieres in biologischer Hinsicht. Ref. von Robert Heuß. (Allg. Zeitschr. f. Bierbr. u. Malzfabr. Jg. 45. 1917. No. 39. S. 309—310.)
- Windisch, W.**, Zur Dünnbierfrage. (Allg. Zeitschr. f. Bierbr. u. Malzfabr. Jg. 45. 1917. No. 44. S. 363—365; No. 45. S. 363—365.)
- Zikes, Heinrich**, Brauerverhältnisse in der Türkei. (Allg. Zeitschr. f. Bierbr. u. Malzfabr. Jg. 45. 1917. No. 31. S. 252.)
- , Pektinstoffe. (Allg. Zeitschr. f. Bierbr. u. Malzfabr. Jg. 45. 1917. No. 24. S. 191—192.)

#### Fleisch.

- Gutsche, Walther**, Sieben Fälle von Fleischvergiftungen. (Zeitschr. f. Fleisch- u. Milchhygiene. Jg. 27. 1917. No. 11. S. 161—163.)
- Kühl, Hugo**, Bacterium coli als Kennzeichen für unsaubere Wurstherstellung. (Zeitschr. f. d. Unters. d. Nahr.- u. Genußmittel. 1917. Bd. 33. H. 3. S. 113—114.)
- Reuter, M.**, Verdorbenes Fleisch in rechtlicher und tatsächlicher Beziehung. (Zeitschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. Jg. 27. 1917. H. 9. S. 129—123; H. 10. S. 147—149.)

#### Andere Nahrungsmittel.

- Beythien, A.**, Die Beurteilung der Nahrungsmittel, Genußmittel und Gebrauchsgegenstände auf Grund der gesetzlichen Vorschriften und der Rechtsprechung. Leipzig (Tauchnitz) 1917. 1. Lief. 64 S. 8°. M 3.—
- Dold, Hermann** und **Li mei ling**, Bakteriologische Untersuchungen über die faulen Eier der Chinesen. (Arch. f. Hyg. Bd. 85. 1917. H. 7/8. S. 300—308.)

- Geschmay, Siegmund**, Über das Wachstum einiger Bakterien im Eiweiß des Hühner-eies. (Wiener tierärztl. Monatsschr. Jg. 4. 1917. H. 6. S. 249—253.)
- Hasterlik, A.**, Wirtschaftliches und Wissenschaftliches vom Hühnerei. (Zeitschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. Jg. 27. 1916. H. 5. S. 65—68; H. 6. S. 83—87.)
- Heinrich, M.**, Der Einfluß der Lagerbedingungen auf frisches Getreide (Roggen). (Die landw. Versuchsstationen. Bd. 90, 1917. H. 1/2. S. 68—122.)
- , Versuche zur Verbesserung dumpfigen Getreides. II. Mitt. (Die landw. Versuchsstationen. Bd. 90. 1917. H. 1/2. S. 49—68.)
- Henneberg, W.**, Kohlrüben-Sauerkraut. (Die deutsche Essigindustrie. 1917. No. 7. S. 29; No. 8. S. 34; No. 9. S. 38.)
- Kühl, Hugo**, Über Speisegelatine und ihre Verfälschungen. Öffentl. Gesundheitspf. Jg. 2. 1917. H. 7. S. 368—371.)
- Maurizio, A.**, Die Nahrungsmittel aus Getreide. Ihre botanischen, chemischen und physikalischen Eigenschaften, hygienisches Verhalten und Beurteilen. Bd. 1. Berlin (Parey) 1917. XII, 464 S. 8°. 180 Fig. *M* 24.—
- Postolka, August**, Das Vogelei und dessen marktpolizeiliche Untersuchung und Beurteilung. Wien (Braumüller) 1916. 48 S. 8°. *M* 1,40
- Schander**, Die Behandlung der Kartoffeln im Sommer. (Landw. Zentralbl. f. d. Prov. Posen. 1917. No. 29. S. 483—486.)
- Völitz, Wilh.**, Die sachgemäße Sauerfutterbereitung als Maßnahme zur wesentlichen Vermehrung unserer Futterbestände. (Nachr. a. d. Klub d. Landw. zu Berlin. Jg. 51. 1917. No. 606. S. 8—14.)

#### Wohnungen, Abfallstoffe, Desinfektion usw.

- Adam, A.**, Desinfektion von Obst und Gemüse mittels Desazon. (München. med. Wochenschr. Jg. 64. 1917. No. 49. S. 1580.)
- Bechhold, H.**, Halbspezifische chemische Desinfektionsmittel. 2. Ein Beitrag zur Kenntnis von den biochemischen Eigenschaften der Halogenaphthole. (Zeitschr. f. Hyg. u. Infektkr. Bd. 84. 1917. H. 1. S. 1—13.)
- Heuß, Rob.**, Neuere Desinfektionsmittel. (Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen. Jg. 40. 1917. S. 401.)
- , Neuere Desinfektionsmittel. Autoreferat. (Allg. Zeitschr. f. Bierbr. u. Malzfabr. Jg. 45. 1917. No. 53. S. 419—422.)
- Messerschmidt, Th.**, Das Desinfektionsvermögen der Metalle und seine Ursachen mit besonderer Berücksichtigung der Wirkung des Kupfers. (Zeitschr. f. Hygiene. Bd. 82. H. 2. S. 289. Ref. in: Zeitschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. Jg. 27. 1917. H. 18. S. 280.)
- Mießner, H. und Lange, W.**, Desinfektion mit heißer Preßluft in dem Vondranschen Apparat. (Arch. f. wiss. u. prakt. Tierheilk. Bd. 43. 1917. H. 4/5. S. 329—365. 5 Fig.)
- Schürmann, W.**, Phenolut, eine kolloidale Kresollösung, im Desinfektionsversuch. (Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskr. Bd. 84. 1917. H. 1. S. 14—32.)

#### Beziehungen der Bakterien und Parasiten zu Pflanzen.

##### krankheitserregende Bakterien und Parasiten.

- Andres, Ad.**, Die wichtigsten Baumwollschädlinge Ägyptens unter besonderer Berücksichtigung ihres etwaigen Vorkommens in der Türkei. (Zeitschr. f. angew. Entomologie. Bd. 3. 1916. H. 3. S. 405—417.)
- , Starke Beschädigung von gelagertem Reis durch die Mehlmotte (*Ephestia kuehniella* Z.). (Zeitschr. f. angew. Entomologie. Bd. 4. 1917. H. 1. S. 150—151.)
- Appel, A.**, Die Moniliakrankheit des Obstes. Mit Kunstbeilage und Textabb. (Deutsche landw. Presse. 1917. No. 48. S. 379.)
- , Die bei der Anerkennung zu berücksichtigenden Kartoffelkrankheiten. (Mitteilg. d. Deutsch. Landw.-Gesellschaft. 1917. No. 28. S. 455—460. Mit 5 Abb.)
- Appel, O.**, Die Moniliakrankheit des Obstes. (Deutsche landw. Presse. 1917. No. 48. S. 379. Mit Kunstbeilage und Textabb.)
- Bericht über das Auftreten von Feinden und Krankheiten der Kulturpflanzen in der Rheinprovinz im Jahre 1916. Bearbeit. von Schaffnit und Lüstner. 67 S. 8°. Bonn (Landw.-Kammer) 1916. (Arb. d. Landw.-Kammer f. d. Rheinprovinz, 1916. No. 4.)
- Bredemann, G.**, Die Heuschreckenplage in Anatolien und Nordsyrien und ihre Bekämpfung im Jahre 1916. (Zeitschr. f. angew. Entomologie. Bd. 3. 1916. H. 3. S. 398—404.)

- Burkhardt, Franz.** Über auffallende Gespinnstbildungen infolge Massenauftritts der *Hyponomeuta padi* Zell (*evonymellus* L.). (Naturwiss. Zeitschr. f. Forst- u. Landw. 1917. H. 4/6. S. 161—165. Mit 2 Abb.)
- Eriksson, Jakob.** Über den Ursprung des primären Ausbruches der Krautfäule, *Phytophthora infestans* (Mont.) de By. auf dem Kartoffelfelde. Vortrag. Stockholm 1916. (Ark. f. bot. Bd. 14) 72 S. 8. 6 Taf. u. 5 Fig. *M.* 7.—
- Über das Auftreten der Kartoffelkrautfäule (*Phytophthora infestans*). (Ref. i. Int. agr.-technische Rundschau. VII, H. 11. S. 1000—1002.)
- Escherich, K.** Eine Clytus-Kalamität in der Pfalz (*Clytus* [*Plagionotus*] *arcuatus* L. [Coleopt., Cerambycidae] als Eichenschädling). (Zeitschr. f. angew. Entomologie. Bd. 3. 1916. H. 3. S. 388—398. Mit 4 Textabb.)
- Das Frostspannerproblem. (Zeitschr. f. angew. Entomologie. Bd. 4. 1917. H. 1. S. 141—145.)
- Ewert, R.** Die Ermittlung der in den Teerdämpfen enthaltenen pflanzenschädlichen Bestandteile und die Unterscheidung ihrer Wirkung von anderen akuten Rauchbeschädigungen der Pflanzen. (Landw. Jahrbücher. 1917. No. 50. H. 5. S. 695—832. Mit Taf. V u. VI.)
- Hansen, W.** Physiologische und pathologische Erscheinungen an unseren Kulturpflanzen. (Fühlings landw. Zeitg. 1917. H. 13/14. S. 272—293.)
- Heinrich, M.** Beiträge zur Bewertung der Grobseide (Ein Schmarotzer der Kleesaat.) (Illustr. landw. Zeitg. 1917. No. 19. S. 127.)
- Heinricher, E.** Der Kampf zwischen Mistel und Birnbaum. Immune, unecht immune und nicht immune Birnrassen; Immunwerden für das Mistelgift früher sehr empfindlicher Bäume nach dem Überstehen einer ersten Infektion. Aus d. botan. Institut d. k. k. Universität in Innsbruck. Mit 4 Taf. (34 S. m. 4 Bl. Erklärung.) 31,5 × 24,5 cm. Wien (A. Hölder in Komm.) 1916. 5,10. (S.-A. a. d. Denkschriften d. kais. Akademie d. Wissenschaften in Wien. Mathem.-naturw. Kl. 93. Bd.)
- Keißler, K. v.** Über die Botritis-Krankheit von *Galanthus* und über *Sclerotinia Galanthi* L u d w. (Zeitschr. f. Gärungsphysiologie. Bd. 6. 1917. H. 1. S. 18—28. Mit 2 Textfig.)
- Kiesling, L.** Über die spezifische Empfindlichkeit der Gerste gegenüber der Streifenkrankheit. (Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung. Bd. 5. 1917. H. 1. S. 31—40.)
- Neues zur Beurteilung des Kartoffelabbaues. 1. Ein sicheres Staudenmerkmal beim Krankheitsbeginn. (Deutsche landw. Presse. 1917. No. 53. S. 409.)
- Kleine, R.** Die Getreideblumenfliege, *Hylemyia coarctata* Fall. Diesjährige Beobachtungen in Pommern. (Zeitschr. f. angew. Entomologie. Bd. 4. 1917. H. 1. S. 16—24. 1 Fig.)
- Lüstner, Gustav.** Feinde und Krankheiten der Gemüsepflanzen. Ein Wegweiser für ihre Erkennung und Bekämpfung. Stuttgart 1917. VIII, 72 S. 8°. 43 F. *M.* 1.20
- Morse, W. J.** Studies upon the Blackleg Disease of the Potato with Special Reference to the Relationship of the Causal Organisms. (Journal of Agric. Research. Vol. 8. 1917. No. 5. S. 79—126. Mit 33 Lit.-Nachweisen.)
- Müller, H. C. und Molz, E.** Über das Auftreten des Gelbrostes (*Puccinia glumarum* am Weizen in den Jahren 1914 und 1916. (Fühlings landw. Zeitg. 1917. H. 2. S. 42—55.)
- Oberstein.** Über falschen Bastardklee und Wollklettensamen. (Dtsche. landw. Presse. 1917. No. 33. S. 285—286.)
- Popoff, Methodi und Joakimoff.** Über die Züchtung phylloxerafester Reben. (2. Mitt.) (Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. 4. 1917. H. 1. p. 31—33.)
- Pratt, O. A.** *Fusarium radicicola* als Erreger der Kartoffelfäule in den Vereinigten Staaten. (Ref. in: Int. agr.-techn. Rundsch. 1916. H. 10. S. 908.)
- Ranninger, Rud.** Der Mohnwurzelrüßler (*Coeliodes fuliginosus* Marsh.), seine Beschädigungen und seine Bekämpfung. (Mit 1 farb. Taf.) (Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. 3. 1916. H. 3. S. 383—388.)
- Schander.** Die Kartoffelfehlernte 1916 und ihre Ursachen. (Fühlings landw. Zeitg. 1917. H. 7/8. S. 145—168.)
- , Einfluß der Bodenbearbeitung und Düngung auf den Ertrag u. den Gesundheitszustand der Kartoffel. (Landw. Zentralblatt f. d. Prov. Posen 1917. Nr. 14. S. 234—238.)
- u. Fritz Krause, Krankheiten und Schädlinge des Flachses. (Landw. Zentralbl. f. d. Prov. Posen. 1917. No. 28. S. 469—471.)
- Schmidt, Otto.** Zur Kenntnis der durch Fusarien hervorgerufenen Krankheitserscheinungen der Halmfruchte. (Fühlings landw. Zeitg. 1917. H. 3/4. S. 65—84.)

- Steppes, Rud.**, Die Selbstentzündung von Futterstöcken und deren Bekämpfung. (Mit Abb.) (Dtsche. landw. Presse. 1917. No. 48. S. 381; Nr. 49. S. 386.)
- Voges, Ernst**, Witterung, Fruchtestand und Schädigungen in Feld und Garten. (Dtsche landw. Presse. 1917. No. 59. S. 442—443.)
- Westerdyk, Johanna**, Die Mosaikkrankheit der Kartoffelpflanze. (Jahresber. d. Vereinig. f. angew. Botanik f. 1916. Jg. 14. S. 145—149.)
- Wollenweber, H. W.**, Zur Kenntnis des *Fusarium oxysporum* Schlecht. (Jahresber. d. Vereinig. f. angew. Botanik f. 1916. Jg. 14. S. 121—128.)
- Zacher, Frdr.**, Pflanzenschädlinge aus unseren Kolonien. 2. Ein neuer Blattfloh als Gallenbildner an *Kickxia*. (Mit 15 Textabb.) (Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. 3. 1916. H. 3. S. 418—426.)
- Zimmermann, H.**, Kohlwanze (*Eurydema oleraceum* L.). Ein Beitrag zur Kenntnis der Lebensweise. (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 27. 1917. H. 4. S. 193—199.)

## Entwicklungshemmung und Vernichtung der Bakterien und Parasiten.

### Pflanzenschutz.

- Bernátaky, J.**, Über die in Ungarn gemachten Erfahrungen mit Peroxid als Bekämpfungsmittel der *Peronospora* und des *Oidium*s. (Praktische Blätter f. Pflanzenbau u. -schutz. 1917. H. 1/2. S. 19—22.)
- Böhm, G. Fr.**, Die züchterische Bekämpfung der Blattrollkrankheit der Kartoffeln. (Illustr. landw. Zeitg. 1917. No. 52. S. 341—342.)
- Frickhinger, Hans Walter**, Blausäure im Kampf gegen die Mehlmotte (*Ephestia kuehniella* Zeller). (Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. 4. 1917. H. 1. S. 129—140.)
- Hollrung**, Die Bekämpfung der Reblauseuche durch die Erziehung des Weinstockes auf Kordons. (Mitt. üb. Weinbau u. Kellerwirtschaft. 1917. No. 6. S. 83—89; No. 7. S. 101—103.)
- Henning, E.**, Das Sieben des Saatguts als Bekämpfungsmittel gegen Pilzkrankheiten. (Ref. in: Int. agr.-techn. Rundschau. 1916. H. 9. S. 810—811.)
- Heymons, R.**, Blausäuredämpfe als Bekämpfungsmittel gegen Mehlmotten. (Zeitschr. f. d. ges. Getreidewesen. 1917. No. 4. S. 98—106.)
- Hiltner**, Über die Bekämpfung des Ackerunkraut. (Jahrb. d. Dtsch. Landw.-Gesellsch. 1917. Bd. 32. Lfg. 1. S. 97—115.)
- Italo, G.**, Harn mit Schwefelsäurezusatz als Frühjahrsdünger u. Bekämpfungsmittel gegen Unkräuter und Lagern des Weizens. (Ref. in: Int. agr.-techn. Rundschau. 1916. H. 9. S. 747—751.)
- Kornauth, K. u. A. Wöber**, Vergl. Versuche mit einigen Spritzmitteln gegen die Blattfallkrankheit (*Peronospora viticola* D. By) d. Weinstockes, durchgeführt 1916. (Zeitschr. f. d. Landw. Versuchswesen i. Österreich. Jg. 20. 1917. H. 3/4. S. 81—102.)
- Kugler, C.**, „Uspulum“ als Beizmittel zu Gerste, Hafer, Kohlrüben und Runkelrüben. (Illustr. landw. Zeitg. 1917. No. 25. S. 176.)
- Lakon, Georg**, Notiz über die Wirkung des Heißwasserverfahrens auf die Keimfähigkeit der Getreidefrüchte. (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 27. 1917. H. 1. S. 18—25.)
- Loos, Kurt**, Der Kampf gegen Maikäfer und Engerling mit besonderer Berücksichtigung der Vogelwelt. (Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. 4. 1917. H. 1. S. 1—15.)
- Lüstner, G.**, Die Bekämpfung der Rebkrankheiten während des Krieges. (Mitt. üb. Weinbau u. Kellerwirtschaft. 1917. No. 3. S. 35—41.)
- , Über Ersatzmittel bei der Schädlingsbekämpfung im Weinbau. (Jahresber. d. Vereinig. f. angew. Botanik f. 1916. Jg. 14. S. 87—94.)
- Meißner**, Rebenschädlingsbekämpfung im Jahre 1917. (Der Weinbau. Jg. 19. 1917. No. 5. S. 45.)
- Müller, Karl**, Versuche mit Ersatzmitteln zur Rebschädlingsbekämpfung, ausgeführt in Baden i. J. 1916. (Jahresbericht d. Vereinig. f. angew. Botanik. Jg. 14. 1916. S. 38—48.)
- Opara, G.**, Die Wirkung des Schwefels beim Kartoffelbau nach Versuchen in Chile. (Ref. in: Int. agr.-techn. Rundschau. 1916. H. 10. S. 856.)
- Popoff, M. und Joakimoff, D.**, Die Bekämpfung der Reblaus durch Umänderung der Rebenkultur. (Zeitschr. f. angew. Entomologie. Bd. 3. 1916. H. 3. S. 367—382.)
- Raebiger, H.**, Die Hamsterbekämpfung im Frühjahr. (Illustr. landw. Zeitg. 1917. No. 42. S. 277.)
- und **Baumeier, H.**, Versuche mit „Schwabex-Pulver“ zur Vertilgung von Haus- und Feldungeziefer. (Illustr. landw. Zeitg. 1917. No. 69. S. 441; No. 70. S. 446.)

- Rörig, G.**, Die Bekämpfung der Feldmäuse in Kriegszeiten. (Illustr. landw. Zeitg. 1917. No. 32. S. 215—216. Mit Abb.)
- Stadler**, Pflanzenzüchtung und Rostbekämpfung. (Mitt. d. Dtsch. Landw.-Gesellschaft. 1917. No. 25. S. 404—405.)
- Weck, R.**, Bericht über Versuche mit Uspulum als Beizmittel. (Hessische landw. Zeitschr. 1917. No. 32. S. 306; No. 33. S. 344; No. 35. S. 366.)
- Wehsarg, Otto**, Grundzüge einer staatlichen Unkrautbekämpfung. (Mitt. d. Dtsch. Landw.-Gesellschaft. 1917. No. 16. S. 250—258.)
- Zschokke**, Bericht über die Anwendung von Peroxid und Bordola zur Bekämpfung der Peronosporakrankheit der Reben. (Jahresber. d. Vereinig. f. angew. Bot. f. 1916. Jg. 14. S. 95—107.)

## Inhalt.

## Original-Abhandlungen.

- Bachmann, E.**, Der Tallus von *Didymella Lettautiana* Keißl, S. 290.
- Brusoff, A.**, Über eine stäbchenförmige, kalkspeichernde Eisenbakterie aus dem Klärschlamm einer biologischen Abwasseranlage, S. 193.
- Hasler, Alfred**, Beiträge zur Kenntnis der Crepis- und Centaurea-Puccinien vom Typus der *Puccinia Hieracii*, S. 221.
- Huß, Harald**, Die Eijkmansche Gärprobe, S. 295.
- Oberstein**, *Coclinius niger* Nees als Schmarotzer (natürlicher Feind) der Weizenhalmfliege, S. 286.
- Oelsner, Alice**, Über Nitratreduktion in nassem Ackerboden ohne Zusatz von Energiematerial, S. 210.
- Howard, L. O.**, Concerning some Apheliniae, S. 326.
- Hubenthal, Wilh.**, Über einige in Deutschland eingeschleppte exotische Käfer, S. 325.
- Malloch, J. R.**, Description of a new species of *Agromyza* from Porto Rico, S. 326.
- Mariatt, C. L.**, Cockroaches, S. 327.
- Pierce, W. Dwight**, Descriptions of two new species of Strepsiptera parasitic on sugar cane insects, S. 326.
- Quaintance, A. L.**, and **Baker, A. C.**, Classification of the Aleyrodidae, S. 326.
- Reum, W.**, Beobachtungen an der Raupe von *Tinea pellionella*, S. 326.
- Rohwer, A. L.**, Descriptions of Braconidae, S. 326.
- Rohwer, S. A.**, Descriptions of two parasitic Hymenoptera, S. 327.
- Rudow**, Die Schmarotzer der Fliegen, Diptera, S. 325.
- Rudow**, Die Schmarotzer der wanzenartigen Insekten, Hemiptera, Homoptera, Rhynchota, S. 325.
- Rudow**, Massenhaftes Auftreten von Insekten, S. 322.
- Sasscer, E. R.**, Catalogue of recently described Coccidae, S. 327.
- Snyder, Thos. E.**, Biology of the Termites of the Eastern United States with preventive and remedial Measures, S. 327.
- Thompson, William R.**, Sur une Tachinaire parasite à stade intraarticulaire, S. 327.
- Wenz, W.**, Einseitige Schädigung von Bäumen durch Rauchgase, S. 328.
- Westerdijk, J.**, Phytopathology in the tropics, S. 321.
- Woebel, G.**, Der Schutz der Ernteprodukte gegen Sperlingsfraß, S. 324.
- Yendo, K.**, On the Cultivation of Seaweeds, with special accounts of their Ecology, S. 322.

Neue Literatur, S. 363.

Die Herren Mitarbeiter werden höflichst gebeten, bereits fertiggestellte Klischees — falls solche mit den Manuskripten abgeliefert werden — nicht der Redaktion, sondern direkt der Verlagsbuchhandlung **Gustav Fischer** in Jena einzusenden.

Abgeschlossen am 4. Mai 1918.

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.



Nachdruck verboten.

## Zur Frage des Zellkernes der Bakterien.

Von Dr. Eng. Paravicini,

Assistent an der „Eidgenössischen Technischen Hochschule“.

Mit 12 Fig. im Text.

Wie ein roter Faden zieht sich durch die bakteriologisch-botanische Literatur der Streit um die Frage, ob in der Bakterienzelle ein Kern vorhanden sei, oder nicht.

Bei meinen zytologischen Untersuchungen an Ustilagineen<sup>1)</sup> mußte ich mich einer Methode bedienen, die zuerst von Harper angegeben wurde, und die bezweckt, jede noch so geringfügige Schrumpfung der zarten Konidien zu verhindern. Bei jeder Schrumpfung der Zellen war der Kern nicht, oder nur schwer zu erkennen. Der Umstand, daß in der Bakterienzelle schon die verschiedensten Bestandteile, z. B. Vakuolen, geschrumpfte Protoplasten, die ganze Zelle usw., als Kerne angesprochen wurden, legte mir den Gedanken nahe, daß ungenügende Fixierung, unrichtige Färbemethode, besonders aber Schrumpfungen diese widersprechenden Resultate zeitigten, insbesondere da die früheren Forscher meist nur auf dem Deckglas oder Objektträger eingetrocknete Bakterienzellen auf Kerne hin untersucht haben. Für *Bacillus megatherium* habe ich in Fig. 9 so gewonnene Präparate dargestellt; sie zeigt in der Zelle keinen Kern, sondern nur eine geschrumpfte Protoplasmamasse. Ich hielt es für angezeigt, bei der Untersuchung der Bakterienkerne die gleichen Untersuchungsmethoden wie bei den Ustilagineen anzuwenden, da durch diese am ehesten ein Resultat zu erwarten war. Von den Autoren, die die Frage nach dem Vorkommen eines Kernes bei den Bakterien studiert haben, hat einzig Arthur Meyer<sup>2)</sup> schon das gleiche Grundprinzip, Fixierung und Färbung ohne jede Schrumpfung, angewandt. So gelang es diesem Forscher zum erstenmal, den Kern der Bakterien von allen übrigen Zellbestandteilen sicher zu unterscheiden.

Da meine Untersuchungsmethode einfacher als diejenige von Arthur Meyer ist, da ferner seine Untersuchungen sich speziell auf das Verhalten der Kerne bei der Sporenbildung, nicht aber bei der Zellteilung beziehen,



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.

<sup>1)</sup> Paravicini, E., Das Verhalten der Zellkerne bei der Fortpflanzung der Ustilagineen. (Ann. Mycol. Vol. 15. 1917. No. 1/2.)

<sup>2)</sup> Meyer, Arthur, Der Zellkern der Bakterien. (Flora. Bd. 98. 1908. S. 335.)

Meyer, Arthur, Die Zelle der Bakterien. Jena 1912. [Dasselbst weitere Literaturangaben.]

glaube ich, die von mir angewandte Methode und die erhaltenen Resultate hier mitteilen zu sollen:

Zur Untersuchung gelangten *Bacillus mycoides* Flügge, *B. megatherium* De Bary und *Bacterium aërogenes* (Escherich) L. et N. Als Nährboden wurde Nähragar verwendet. Sehr schöne Resultate wurden erzielt, wenn flüssig gemachtes Nähragar in dünner Schicht auf Objektträger ausgestrichen und in Petrischalen sterilisiert wurde; außerdem brachte ich einige Tropfen Wasser in diese Schalen, um ein Austrocknen des Nährbodens beim Sterilisieren zu verhüten. Diese dünne Agarschicht wurde dann mit der betreffenden Bakterienspezies geimpft. Hatte sich die Kolonie genügend entwickelt, so wurde sie mit einigen Tropfen Chromosmiumessigsäure (Flemmingsche Lösung, schwächeres Gemisch) fixiert. Zur Färbung bediente ich mich der Hämatoxylinmethode nach Heidenhein. Andere Farbstoffe, die von mir angewandt wurden, ergaben nicht die gleichen, schönen Resultate. Als ganz unbrauchbar erwies sich Methylengrün.



Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 7.



Fig. 8.



Fig. 9.

gaben nicht die gleichen, schönen Resultate. Als ganz unbrauchbar erwies sich Methylengrün.

Diese Art der Gewinnung gefärbter Bakterienpräparate hat den Vorteil,

daß die Zellen nicht eintrocknen, zugleich blieben sie aber auch in der gleichen Anordnung auf dem Objektträger haften, in die sie durch die Teilungsvorgänge gelangt sind. Dadurch sind die Teilungsstadien leichter zu verfolgen. A. Meyer schlug, um ein Eintrocknen der Bakterienzelle zu umgehen, einen andern Weg ein; er schwemmte jeweilen die Bakterienmasse in den verschiedenen Fixiermitteln und Farblösungen auf. Die von mir angewandte Methode ist nun insofern einfacher, als die Kultur auf einem Objektträger angelegt wird, wodurch eine Arbeitsweise, ähnlich wie mit aufgeklebten Mikrotomschnitten, ermöglicht wird. Durch diese sorgfältige Methode gelingt es, einwandfreie Resultate zu erhalten und in jeder gut gefärbten Bakterienzelle Gebilde nachzuweisen, die sich nicht nur durch ihre Lage, Größenverhältnisse und ihr Verhalten gegen färbende Reagentien, sondern auch durch ihr Verhalten bei der Sporenbildung und bei der Teilung der Bakterienzelle als Kerne ausweisen.

#### Untersuchungsergebnisse.

*Bacillus mycoides* Flügge. Für zytologische Untersuchungen erwies sich diese Bakterienart als außerordentlich günstig. Die Art verdankt ihren Namen der Wachstumsform ihrer Kolonien; indem diese ein mycelähnliches Aussehen besitzen. Dies wird dadurch bedingt, daß die einzelnen Zellen bei der Teilung mit den Enden aneinander haften bleiben, wodurch lange Bakterienketten entstehen. Solche Bakterienketten sind nun stets in Mehrzahl parallel aneinander gelagert, wodurch makroskopische, mycelähnliche Fäden entstehen. An den Spitzen dieser Ketten finden sich stets junge, in lebhafter Teilung begriffene, im Zentrum der Kolonien hingegen ältere, sporenbildende Zellen.

In jeder Zelle ist ein Kern nachweisbar, der von einer hellen, schmalen Zone umgeben ist (Fig. 1), ähnlich wie in den Konidien der Ustilagineen.

Bei der Sporenbildung sammelt sich das Protoplasma um den Kern an und bildet eine dicke Membran aus (Fig. 2). Da sich die Sporenmembran durch hohe Färbbarkeit auszeichnet, so ist aus diesem Grunde der Kern in den reifen Sporen nur in tadelloso gefärbten Zellen sichtbar. Das gleiche Verhalten des Kernes bei der Sporenbildung konstatierte A. Meyer bei *Bacillus asterosporus*.

Bei der Teilung der Bakterienzelle teilt sich der Kern vorerst in 2 Tochterkerne (Fig. 3), worauf sich die Zelle in die Länge streckt und die Kerne sich so lagern, daß sie an die beiden Enden der Zelle zu liegen kommen. Zugleich verschmelzen die vielen Vakuolen zu einer einzigen großen (Fig. 4). Dann bildet sich in der Mitte eine Querwand, wodurch sich die Zelle in zwei mit je einem Kern versehene Tochterzellen teilt.

*Bacillus megatherium* De Bary. Auch bei dieser Art ist in jeder Zelle mit der beschriebenen Färbemethode stets ein Kern nachweisbar (Fig. 5); sein Verhalten bei der Teilung der Bakterienzelle ist nicht so leicht zu verfolgen, da diese Art kein so typisches, für das Studium der Zellteilung günstiges Wachstum zeigt. Die Zellteilung (Fig. 7 u. 8) erfolgt wie bei *Bacillus mycoides*, ebenso die Sporenbildung (Fig. 6). In Fig. 9 ist eine eingetrocknete Zelle dargestellt, die, infolge dieser Präparationsmethode, keinen Kern mehr erkennen läßt.



Fig. 10. Fig. 11. Fig. 12.

*Bacterium aërogenes* (Escherich) L. et N. Diese Spezies besitzt 6 Kerne, die in der Zelle unregelmäßig angeordnet sind (Fig. 10). Es scheint überhaupt, daß die sporenbildenden Arten nur 1 Kern, die nichtsporenbildenden hingegen eine größere Anzahl Kerne besitzen; darauf deuten auch die Resultate von A. Meyer. Vor der Zellteilung teilt sich jeder Kern in 2, so daß nun jede Zelle 12 Kerne enthält (Fig. 12). Es ist allerdings zu bemerken, daß diese Zahl nicht immer sicher zu erkennen ist, und zwar infolge der Kleinheit der Objekte und der Schwierigkeit der Färbung. Meist sind nur 9, 10 oder 11 Kerne zu konstatieren (Fig. 11). Da sich aber jeder der 6 Kerne teilt, sind 12 Kerne in sich teilenden Zellen als normal zu betrachten.

Nach der Kernteilung beginnt sich die Zelle durch eine Querwand in 2 mit je 6 Kernen versehene Zellen zu teilen. Ob sich dabei die Kerne so verhalten, daß die neuentstandene Zelle je 6 Tochterkerne der ursprünglichen 6 Kerne erhält, oder aber ob die 6 Kerne von 3 Kernpaaren herrühren, d. h. ob bei der Teilung der Zellen die Kerne sich konjugiert teilen oder nicht, konnte nicht verfolgt werden.

### Zusammenfassung.

Bei den untersuchten Bakterienarten, *Bacillus mycoides*, *B. megatherium* und *Bacterium aërogenes* lassen sich mit Eisen-Hämatoxylin Gebilde nachweisen, die nicht identisch sind mit den Chromatinkörperchen, und die als Kerne anzusehen sind. Hierfür sprechen folgende Gründe: Das Größenverhältnis zwischen Kern und Bakterienzelle, die Lage des Kernes

in der Bakterienzelle, das Verhalten der Kerne bei der Sporenbildung und bei der Zellteilung und das Verhalten der Kerne gegen Farbstoffe.

Bei den sporenbildenden Arten enthält jede Zelle je 1 Kern, bei den nichtsporenbildenden hingegen mehrere, und zwar bei der untersuchten Spezies 6. Bei der Sporenbildung sammelt sich das Protoplasma um den Kern an und bildet dann die Membran aus. Bei der Teilung der Zelle teilt sich jeder Kern in je 2 Tochterkerne, die in die entstehenden Tochterzellen wandern.

Zürich, Dezember 1917.

*Nachdruck verboten.*

## Kulturen von Gärungsorganismen in sterilisierter Erde.

[Mitteilung aus dem bakteriologischen Laboratorium der Zentralanstalt für landw. Versuchswesen auf Experimentalfältet bei Stockholm.]

Von Chr. Barthel.

Mit 1 Tafel.

Wie bekannt, haben wir unsere jetzige Kenntnis über die als *Saccharomyceten* und *Fungi imperfecti* bezeichneten Gärungsorganismen hauptsächlich dem berühmten dänischen Forscher Emil Chr. Hansen zu verdanken. Durch 30jährige, mit außerordentlicher Sorgfalt und großem Scharfsinn betriebene Forschungen ist es Hansen gelungen, diesen, besonders für die Gärungsindustrie so äußerst wichtigen Teil der Mikrobiologie aufzuklären.

Hansen hat sich indessen nicht mit der Erforschung der allgemeinen Morphologie und Biologie dieser Gärungsorganismen begnügt, sondern er hat auch versucht, ihren Kreislauf draußen in der Natur zu verfolgen, und auch hierin sind seine Untersuchungen von bahnbrechender Bedeutung.

Ein näheres Eingehen auf diese Forschungen Hansens hier würde uns zu weit führen. Die fraglichen Untersuchungen sind in verschiedenen Zeitschriften und in den Mitteilungen vom Carlsbergslaboratorium in den Jahren 1881, 1890, 1903 und 1905 veröffentlicht und samt den übrigen wichtigeren mikrobiologischen Arbeiten Hansens nach seinem Tode von seinem langjährigen Mitarbeiter A. Klöcker gesammelt und in einem Band unter dem Titel „Gesammelte theoretische Abhandlungen über Gärungsorganismen von Emil Chr. Hansen“ (Jena 1911) herausgegeben worden.

Die wichtigsten Resultate Hansens über das Vorkommen der Gärungsorganismen und ihren Kreislauf in der Natur seien jedoch hier angeführt:

Hansen arbeitete zuerst mit *Pseudosaccharomyces apiculatus*, einem zu den *Fungi imperfecti* gehörenden Hefepilz, der sich für die fraglichen Untersuchungen außerordentlich gut eignet, da er, infolge seiner Kleinheit und seiner charakteristischen Zitronenform, in Mischungen mit anderen Mikroorganismen leicht zu

erkennen ist. Später erstreckte er jedoch seine Forschungen auch auf echte *Saccharomyceten*, obgleich diese ja natürlich in der Natur bedeutend schwerer zu erkennen sind, da ihre Zellform teils keine bedeutenderen Abweichungen zwischen den verschiedenen Arten darbietet, teils auch gewissen Zellenformen höherer mikroskopischer Pilze, wie *Mucor*, *Dematium* u. a. stark ähnelt.

Durch seine ersten, grundlegenden Untersuchungen kam Hansen zu der Auffassung, daß *Pseudosaccharomyces apiculatus* zwar in der Erde überwintert, daß seine Entwicklung aber hauptsächlich auf beschädigten, reifen, süßen Beeren und Früchten stattfindet, in deren Saft der Pilz einen ausgezeichneten Nährboden findet. Deshalb trifft man diesen Pilz auch in der Erde hauptsächlich unter oder in der Nähe von beerentragenden Sträuchern und Obstäumen, wohin er mit den herabgefallenen Früchten oder durch deren Abspülung mit dem Regenwasser kommt.

Während die *Apiculatushefe* hauptsächlich an die Erde in oder in der Nähe von Obstgärten, Weinbergen u. dgl. gebunden ist, gelang es Hansen, echte *Saccharomyceten* auch weit entfernt von diesen natürlichen „Standorten“ zu finden. Dies beruht, nach Hansen, auf der Fähigkeit der echten *Saccharomyceten*, Endosporen zu bilden, die ja gegen Austrocknen und andere äußere Beschädigungen resistenter als die vegetativen Zellen sind, und die sich somit an Stellen, wo nichtsporenbildende Gärungspilze bald aussterben, lange Zeit am Leben erhalten können. Es ist Hansen auch gelungen, Sporenbildung bei *Saccharomyceten* direkt in der Erdoberfläche nachweisen zu können.

Bei seinen späteren Untersuchungen kam Hansen mehr und mehr zu der Auffassung, daß die Erde nicht nur, wie er früher geglaubt hatte, ein natürlicher Überwinterungsort für die Gärungspilze sei, während ihre eigentliche Entwicklung auf Beeren und Früchten stattfindet, sondern daß die Erde auch ein natürlicher Entwicklungsplatz für diese Organismen sei, wo sie in der allerlei organische Stoffe enthaltenden Bodenflüssigkeit leben und sich vermehren. Hansen sagt im Jahre 1905: „Bei diesen Untersuchungen stellte es sich heraus, daß der Erdboden nicht nur einen Aufenthaltsort, sondern zumeist auch noch Brutstätten bildet, wo eine mehr oder minder deutliche Vermehrung vor sich geht“.

Hansen hielt indessen die Erde als Entwicklungsmedium für die Gärungspilze, mit Beeren und Früchten verglichen, als von nur untergeordneter Bedeutung. Dies kann möglicherweise auch seine Richtigkeit haben, wenn es sich um die speziell alkoholbildenden Mikroorganismen handelt; es gibt aber auch eine große Anzahl anderer, zu den *Saccharomyceten* und zu den *Fungi imperfecti* gehörenden Pilze, die nicht spezielle Gärungsorganismen sind, und für welche die Erde, oder, richtiger gesagt, die Bodenflüssigkeit, das natürliche Lebenselement zu sein scheint. Der Erdboden ist unzweifelhaft der ursprüngliche und natürliche Aufenthaltsort aller saprophytischen und vieler parasitischen Mikroorganismen. Obschon man seit lange weiß, daß gerade in der Erde lebende Mikroorganismen durch ihre Zersetzung der dort befindlichen Pflanzen- und Tierreste besonders den Stickstoff in diesen den lebenden Pflanzen wieder zugänglich machen, und daß also diese Mikroorganismen in der Erde geeignete Nahrungs- und Entwicklungsverhältnisse für sich finden müssen, ist man doch erst in den letzten Jahren auf den Gedanken gekommen, die Erde als wirkliches Nährsubstrat bei der Züchtung von Mikroorganismen anzuwenden. Meines Wissens hat J. Simon in Dresden als erster sterilisierte Erde zu diesem Zwecke, nämlich zur Züchtung von Leguminosenbakterien, *Bacterium radicicola*, verwendet. Er fand nämlich, daß gewöhnliche, gut gekalkte Gartenerde ein ausgezeichnetes Substrat für diese Bakterien bildet, die sich darin sehr gut entwickeln. Ebenso hat sich gezeigt, daß die Kulturen dieser Leguminosenbakterien, die Simon zu praktischen Zwecken dargestellt hat, eine sehr hohe Lebenskraft und eine große Haltbarkeit besitzen. Auch die von der bakteriologischen Abteilung der Schwedischen Zentralanstalt für landw. Versuchswesen versandten Kulturen von Knöllchenbakterien bestehen aus derartigen Erdkulturen nach der Simonschen Methode.

Ich habe in den letzten Jahren eine ganze Reihe Untersuchungen über das Verhältnis anderer Mikroorganismen bei der Kultivierung in gewöhnlicher, natürlicher Erde ausgeführt und hierbei gefunden, daß sterilisierte, nahrungsreiche Erde (Gartenerde) bei der Züchtung einer großen Anzahl verschiedener Mikroorganismen ein ausgezeichnetes Substrat darstellt.

Von diesen Untersuchungen will ich hier über die von mir mit einigen *Saccharomyceten* und *Fungi imperfecti* ausgeführten etwas näher berichten. Die zu diesen Versuchen angewandten Reinkulturen haben sich

größtenteils seit etwa 25 Jahren in einer Sammlung des zymotechnischen Laboratoriums der Technischen Hochschule in Stockholm befunden, wo sie alljährlich in sterilisierte, gehopfte Würze umgepflanzt worden sind. Die bei meinen Versuchen verwendeten Mikroorganismen waren folgende: *Saccharomyces cerevisiae*, *Sacch. ellipsoideus*, *Pseudosacch. apiculatus*, *Torula* (Hansen), *Monilia candida* sowie *Oidium lactis*, also 2 echte Saccharomyceten und 4 Fungi imperfecti.

Diese sämtlichen Mikroorganismen sind noch heute bei voller Lebenskraft und mit vollkommen beibehaltenen sowohl morphologischen wie physiologischen Artcharakteren. Die Sporenbildungsfähigkeit hat zwar bei den echten Saccharomyceten sehr abgenommen, was bei alten, in Sammlungen verwahrten Reinkulturen ja stets der Fall ist; sie ist indessen noch immer vorhanden und vollkommen typisch.

Die bei meinen Versuchen im allgemeinen zur Verwendung gekommene Erde war gewöhnliche, gute Gartenerde von neutraler Reaktion, ohne irgendwelche Zusätze, nur war sie zum Zwecke der Entfernung von Steinchen, größeren Pflanzenresten u. dgl. gesiebt. Der Feuchtigkeitsgehalt, der ja für die Entwicklung der Mikroorganismen von sehr großer Bedeutung ist, wurde in jedem besonderen Fall bestimmt und hielt sich auf 14—17%, oder wurde durch Wasserzusatz darauf gebracht. Die fertigbereitete Erde wurde in 50 ccm haltende Freudenreichkolben bis etwa über die Hälfte der Höhe des Kolbens gefüllt, wozu etwa 35 g Erde nötig waren. Die Kolben mit der Erde wurden dann 1½ bis 2 Stunden im Autoklav bei 120° sterilisiert. Die lange Sterilisation ist notwendig zur Abtötung der in der Erde zahlreich vorkommenden, äußerst wärmeresistenten Sporen der der *Mesentericus*-Gruppe angehörenden Bakterien (Heu- und Kartoffelbakterien). Von frischen und kräftigen, 24 Stunden alten Kulturen der obengenannten Arten in Würze wurden 0,1—0,2 ccm des Bodenzusatzes mittels steriler Pipetten herausgenommen, in die sterilen Erdkolben übergeführt und die Erde in diesen umgeschüttelt, damit die Zellen sich soviel wie möglich in der Erdmasse verteilten. Durch wiederholtes Stoßen des Kolbens gegen den Boden wurde die Erde von neuem zusammengepackt, um ein zu schnelles Eintrocknen zu verhindern. Die Erdkolben wurden hierauf bei gewöhnlicher Zimmertemperatur stehen gelassen.

Von Zeit zu Zeit wurden mittels einer kleinen, ausgeglühten, etwa 0,07 g Erde haltenden Platinschaufel Proben aus den Erdkolben entnommen. Diese Proben wurden über Würzegeleatine, die in schrägliegender Stellung in der Proberöhre zum Erstarren gebracht war, ausgestreut. Nach 3—4 Tagen wurden dann bei Zimmertemperatur diese Schrägröhrekulturen auf das Vorkommen von Kolonien untersucht. Ebenso wurde von Zeit zu Zeit eine mikroskopische Untersuchung der Erdkulturen in den Kolben vorgenommen, wobei folgendes, von mir selbst ausgearbeitetes Verfahren zur Anwendung kam:

Mit der vorhergenannten Platinschaufel wurde aus den Erdkolben eine Probe genommen, die mittels eines kleinen Platinspatels auf einem Objektivglas sorgfältig in 5—7 Tropfen sterilen Wassers ausgerührt wurde. Nachdem das Präparat eingetrocknet war, was unter gelinder Erwärmung geschah, wurde es auf gewöhnliche Weise in der Flamme fixiert. Nach der Abkühlung wurden alle Sandkörner mit einem kräftigen, aber feinen Wasserstrahle vom Präparate abgespült. Dieses wurde nun getrocknet, nach Gram gefärbt, getrocknet, und hiernach unter Anwendung von Ölimmersion mikroskopiert.

Da alle bei unseren Versuchen angewandten Mikroorganismen nach Gram färbbar sind, kann man sie in den auf diese Weise hergestellten Präparaten leicht entdecken. Man erhält ja dann ein direktes Bild, wie sie während ihres Lebens im Erdboden aussehen<sup>1)</sup>.

Einmal monatlich wurde von den verschiedenen Erdkulturen in neue Kolben mit steriler Erde geimpft. Auch hierbei wurde die vorhergenannte, kleine Platinschaufel angewendet. Die überführte Impfmenge betrug stets ca. 0,07 g. Die geimpften Kolben wurden kräftig umgeschüttelt und, ebenso wie die ersteren, bei Zimmertemperatur stehen gelassen. Von diesen neuen Erdkulturen wurden späterhin, ganz, wie vorher beschrieben, Proben zur Impfung von Würzgelatine und zur direkten mikroskopischen Untersuchung entnommen. Wir werden im folgenden diese sukzessiven Kulturen in steriler Erde „Kultur I“, „Kultur II“ usw. nennen; 6 solche Überimpfungen sind ausgeführt worden.

Bevor ich auf die Schilderung der Verhältnisse der verschiedenen untersuchten Arten in diesen Erdkulturen eingehe, will ich indessen erwähnen, daß Kulturversuche auch in Erde mit bedeutend niedrigerem Wassergehalt, als dem obenerwähnten ausgeführt, wie auch einige sukzessive Überimpfungen in einer Erde mit einem ganz anderen Charakter, als der sonst angewendeten Gartenerde, nämlich einer in hoher Kultur befindlichen, der Reaktion nach kräftig sauren Tiefmoorerde mit sehr großem Feuchtigkeitsgehalt (ca. 60%), vorgenommen worden sind. Diese Erde besteht beinahe ausschließlich aus vermoderten Pflanzenbestandteilen und enthält somit eine große Menge organischer Stoffe.

Ich gehe nun zur Beschreibung der Verhältnisse der verschiedenen Gärungsorganismen in diesen verschiedenen Erdkulturen über.

### ***Sacch. cerevisiae.***

#### **1. Gartenerde.**

**Kultur I.** Geimpft 17./1. Mikroskopische Untersuchungen vorgenommen am 24./1., 2./2., 2./3., 5./4. und 29./5. Hierbei wurden immer, obschon ziemlich spärlich, vollständig typische Zellen gefunden. Auch Sproßverbände fanden sich. Bei der letzten Untersuchung, am 29./5., waren die Zellen viel zahlreicher als vorher. Am 2./5. wurde auch ein Versuch gemacht, eventuell gebildete Sporen durch Färbung (auf die vorher angegebene Weise) mit Karbolfuxin unter Erwärmung und Entfärbung in verdünnter Salzsäure nachzuweisen. Vereinzelte entfärbte, typische Hefezellen wurden beobachtet, aber keine Sporen. Impfung auf Schrägwürzgelatine 29./5. Nach 3 Tagen Wuchs von jedem Erdpartikelchen.

**Kultur II.** Geimpft 1./2. Mikroskopierung 5./2., 9./2., 19./2., 22./2., 18./4. Auch in dieser Kultur waren die Zellen ziemlich selten, obschon vollkommen typisch, groß und schön, oft in Sproßverbänden.

Von dieser Kultur wurde ebenfalls eine Impfung auf Schrägwürzgelatine gemacht, wobei nach 3 Tagen bei Zimmertemperatur recht zahlreiche Kolonien erhalten wurden. Auch diese Kolonien wurden, wie späterhin immer, wenn solche Gelatinekulturen angelegt wurden, mikroskopisch kontrolliert.

Am 2./5. wurde Sporenfärbung vorgenommen, jedoch mit negativem Resultat.

**Kultur III.** Geimpft 23./2. Am 26./2. wurde auf Schrägwürzgelatine geimpft. Nach 3 Tagen kamen nur ein paar Kolonien auf, späterhin aber einige 60. Mikroskopierung wurde am 1./3., 22./3., 25./4. vorgenommen, stets mit demselben Resultate wie früher.

**Kultur IV.** Geimpft 22./3. Am 27./3. wurde auf Schrägwürzgelatine geimpft. Nach 3 Tagen wuchs von jeder Erdpartikel. Mikroskopierung 2./4. und 12./4. Hierbei fanden sich sparsam typische Zellen und einzelne Verbände. Sporenfärbung 9./5. mit negativem Erfolg.

<sup>1)</sup> Am leichtesten findet man die Zellen am Rande des Präparates, wo sie sich besonders anhäufen.

**Kultur V.** Geimpft 23./4. Am 26./4. wurde auf Schrägwürzelgelatine geimpft. Nach 4 Tagen 10 Kolonien; nach 8 Tagen Wuchs von jedem Erdpartikelchen. Mikroskopierung am 3./5. Recht zahlreiche, typische Zellen; auch kleine Verbände. Sporenfärbung 9./5. mit, wie gewöhnlich, negativem Resultat, obschon ziemlich viele entfärbte Hefezellen wahrnehmbar waren.

**Kultur VI.** Geimpft 12./5. Am 18./5. wurde auf Schrägwürzelgelatine geimpft. Nach 4 Tagen 20–30 Kolonien. Mikroskopierung 23./5., wobei man, wie gewöhnlich, vereinzelte typische Zellen sowie hier und da einen Sproßverband fand.

## 2. Moorerde.

**Kultur I.** Geimpft 17./1. Mikroskopierung 31./1. Recht zahlreiche, typische Zellen, oft sprossend.

**Kultur II.** Geimpft 6./2. Mikroskopierung 13./2. und 23./2. Zellen selten, aber doch auch kleine Sproßverbände.

**Kultur III.** Geimpft 26./2. Mikroskopierung 9./3. Zahlreiche typische Zellen, viele Sproßverbände. Sporenfärbung 9./5. Recht zahlreiche, deutliche, obschon beinahe ganz entfärbte, typische Zellen. An einigen wenigen Stellen im Präparat fanden sich auch vereinzelte, vollkommen typische und kräftig gefärbte, zu je 2 in entfärbten Zellen liegende Sporen (siehe Tafel, Fig. 3).

## *Sacch. ellipsoideus.*

### 1. Gartenerde.

**Kultur I.** Geimpft 17./1. Mikroskopierung 24./1., 2./2., 2./3., 5./4. und 29./5. Im allgemeinen waren typische Zellen ziemlich selten. Sprossende Zellen konnten ebenfalls beobachtet werden. Impfung auf Schrägwürzelgelatine 29./5. Nach 3 Tagen Wuchs von jeder Erdpartikel.

**Kultur II.** Geimpft 1./2. Impfung auf Schrägwürzelgelatine 9./2. Nach 3 Tagen Wuchs von jeder Erdpartikel. Mikroskopierung der Erdkulturen 5./2., 9./2., 19./2., 18./4. Bei der ersten Untersuchung wurden keine Zellen gefunden, nachher kamen sie aber ziemlich zahlreich vor.

**Kultur III.** Geimpft 23./2. Impfung auf Schrägwürzelgelatine 26./2. Nach 3 Tagen Wuchs von jeder Erdpartikel. Mikroskopierung 1./3., 22./3., 25./4. Typische Zellen kamen ganz zahlreich vor; auch sprossende fanden sich.

**Kultur IV.** Geimpft 22./3. Impfung auf Schrägwürzelgelatine 27./3. Nach 3 Tagen Wuchs von jedem Erdpartikelchen. Mikroskopierung 2./4. und 12./4. Typische Zellen waren ziemlich selten.

**Kultur V.** Geimpft 23./4. Impfung auf Schrägwürzelgelatine 26./4. Nach 3 Tagen Wuchs von jeder Erdpartikel. Mikroskopierung 3./5. Zahlreiche typische Zellen; auch einzelne sprossende.

**Kultur VI.** Geimpft 12./5. Impfung auf Schrägwürzelgelatine 18./5. Nach 4 Tagen Wuchs von jeder Erdpartikel. Mikroskopierung 23./5. Typische Zellen zahlreich.

## 2. Moorerde.

**Kultur I.** Geimpft 17./1. Mikroskopierung 22./1. u. 31./1. Typische Zellen kommen sparsam vor. Einzelne sprossende finden sich auch.

**Kultur II.** Geimpft 6./2. Mikroskopierung 13./2. u. 23./2. Typische Zellen sparsam vorkommend.

**Kultur III.** Geimpft 26./2. Mikroskopierung 9./3. Typische Zellen selten. Sporenfärbung 9./5. Entfärbte Zellen kommen selten vor, keine Sporen.

## *Pseudosacch. apiculatus.*

### 1. Gartenerde.

**Kultur I.** Geimpft 17./1. Mikroskopierung 24./1., 2./2., 2./3., 5./4. u. 29./5. Im allgemeinen waren typische, zitronenförmige Zellen sehr selten, während ellipsoidförmige Zellen etwas gewöhnlicher waren. Impfung auf Schrägwürzelgelatine 29./5. Nach 3 Tagen Wuchs von jeder Erdpartikel.

**Kultur II.** Geimpft 1./2. Impfung auf Schrägwürzelgelatine 9./2. Nach 3 Tagen Wuchs von jedem Erdpartikelchen. Mikroskopierung 5./2., 9./2., 19./2. u. 18./4. Am 5./2. waren keine Zellen sichtbar, dann kamen sie aber in seltenen Fällen vereinzelt, dagegen aber hier und da in großen Anhäufungen und mit typischen Zellformen vor.

**Kultur III.** Geimpft 23./2. Impfung auf Schrägwürzelgelatine 26./2. Nach 3 Tagen Wuchs von jeder Erdpartikel. Mikroskopierung 1./3., 22./3., 25./4. Typische Zellen waren selten, am 1./3. fanden sich aber doch auch hier und da große Anhäufungen.



**Kultur IV.** Geimpft 22./3. Impfung auf Schrägwürzelgelatine 27./3. Nach 3 Tagen Wuchs von jeder Erdpartikel. Mikroskopierung 2./8. u. 12./4. Zitronenförmige Zellen waren recht selten, ellipsoidförmige dagegen ganz gewöhnlich.

**Kultur V.** Geimpft 23./4. Impfung auf Schrägwürzelgelatine 26./4. Nach 4 Tagen Wuchs von jeder Erdpartikel. Mikroskopierung 3./5. Zitronenförmige Zellen sehr selten, ellipsoidförmige dagegen recht zahlreich.

**Kultur VI.** Geimpft 12./5. Impfung auf Schrägwürzelgelatine 18./5. Nach 4 Tagen Wuchs von jedem Erdpartikelchen. Mikroskopierung 23./5. Typische Zellen nicht selten.

## 2. Moorerde.

**Kultur I.** Geimpft 17./1. Mikroskopierung 22./1. u. 31./1. Zitronenförmige Zellen selten, diese sind aber oft sprossend.

**Kultur II.** Geimpft 6./2. Mikroskopierung 13./2. u. 23./2. Typische, zitronenförmige Zellen sind in einzelnen Individuen selten, dagegen finden sich hier und da gewaltige Anhäufungen.

**Kultur III.** Geimpft 26./2. Mikroskopierung 9./3. In gewissen Teilen des Präparates sehr zahlreiche, typische Zellen; teilweise in gewaltigen Anhäufungen.

## Torula.

### 1. Gartenerde.

**Kultur I.** Geimpft 17./1. Mikroskopierung 24./1., 2./2., 2./3., 5./4. u. 29./5. Bei sämtlichen Untersuchungen wurden zahlreiche typische Zellen, oft in größeren oder kleineren Anhäufungen und oft sprossend gefunden. Impfung auf Schrägwürzelgelatine 29./5. Nach 3 Tagen Wuchs von jedem Erdpartikelchen.

**Kultur II.** Geimpft 1./2. Impfung auf Schrägwürzelgelatine 7./2. Nach 3 Tagen Wuchs von jeder Erdpartikel. Mikroskopierung 5./2., 9./2., 19./2. u. 18./4. Außer bei der ersten Untersuchung am 5./2., wo keine Zellen zu entdecken waren, fanden sich immer typische Zellen, oft in Anhäufungen und häufig sprossend.

**Kultur III.** Geimpft 23./2. Impfung auf Schrägwürzelgelatine 26./2. Nach 3 Tagen Wuchs von jeder Erdpartikel. Mikroskopierung 1./3., 22./3. und 25./4. Das Resultat war hier ganz dasselbe wie bei Kultur II.

**Kultur IV.** Geimpft 22./3. Impfung auf Schrägwürzelgelatine 27./3. Nach 3 Tagen Wuchs von jeder Erdpartikel. Mikroskopierung 2./4. u. 12./4. Typische Zellen waren das erste Mal selten, das zweite Mal dagegen ziemlich zahlreich.

**Kultur V.** Geimpft 23./4. Impfung auf Schrägwürzelgelatine 26./4. Nach 4 Tagen Wuchs von jeder Erdpartikel. Mikroskopierung 3./5. Typische Zellen kamen zahlreich, auch in Anhäufungen vor. Vereinzelte Zellen sprossend.

**Kultur VI.** Geimpft 12./5. Nach 4 Tagen Wuchs von jeder Erdpartikel. Mikroskopierung 23./5. Dasselbe Resultat wie bei Kultur V.

## 2. Moorerde.

**Kultur I.** Geimpft 17./1. Mikroskopierung 22./1. u. 31./1. Zahlreiche typische Zellen, oft sprossend.

**Kultur II.** Geimpft 26./2. Mikroskopierung 9./3. Dasselbe Resultat wie bei Kultur I.

## Monilia candida.

### 1. Gartenerde.

**Kultur I.** Geimpft 17./1. Mikroskopierung 24./1., 2./2., 2./3., 5./4. u. 29./5. Bei sämtlichen Untersuchungen fanden sich zahlreiche, hefeähnliche Zellen, oft sprossend und nicht selten in großen Anhäufungen liegend. Kürzere Mycelien oder mycelartig verlängerte Zellen wurden oft angetroffen. Impfung auf Schrägwürzelgelatine 29./5. Nach 3 Tagen Wuchs von jedem Erdpartikel.

**Kultur II.** Geimpft 1./2. Impfung auf Schrägwürzelgelatine 9./2. Nach 3 Tagen Wuchs von jeder Erdpartikel. Mikroskopierung 5./2., 9./2., 19./2. u. 18./4. Außer am 5./2. wurden immer recht zahlreiche, hefeartige Zellen, auch in Anhäufungen, gefunden, aber kein Mycel.

**Kultur III.** Geimpft 23./2. Impfung auf Schrägwürzelgelatine 26./2. Nach 3 Tagen Wuchs von jeder Erdpartikel. Mikroskopierung 1./3., 22./3. u. 25./4. Dieselben Resultate wie bei Kultur II.

**Kultur IV.** Geimpft 22./3. Impfung auf Schrägwürzelgelatine 27./3. Nach 3 Tagen Wuchs von jeder Erdpartikel. Mikroskopierung 2./4. u. 12./4. Einzelne Zellen, doch finden sich auch Anhäufungen. Einzelne Mycelfragmente.

**Kultur V.** Geimpft 23./4. Impfung auf Schrägwürzelgelatine 26./4. Nach 4 Tagen Wuchs von jeder Erdpartikel. Mikroskopierung 3./5. Zahlreiche hefeartige Zellen.

**Kultur VI.** Geimpft 12./5. Impfung auf Schrägwürzelgelatine 18./5. Nach 4 Tagen Wuchs von jeder Erdpartikel. Mikroskopierung 23./5. Zahlreiche hefeartige Zellen.

## 2. Moorerde.

**Kultur I.** Geimpft 17./1. Mikroskopierung 22./1. u. 31./1. Bei der ersten Untersuchung einzelne, später aber zahlreiche, hefeähnliche Zellen. Einzelne sprossend. Auch einzelne Mycelfragmente.

**Kultur II.** Geimpft 6./2. Mikroskopierung 13./2., 23./2. u. 25./4. Dasselbe Resultat wie bei Kultur I.

**Kultur III.** Geimpft 26./2. Mikroskopierung 9./3. Sehr zahlreiche Zellen; auch sprossend.

## Oidium lactis.

### 1. Gartenerde.

**Kultur I.** Geimpft 17./1. Mikroskopierung 24./1., 2./2., 2./3., 5./4. u. 29./5. Typische Oidien kommen recht zahlreich vor. Einzelne Mycelfragmente. Am 29./5. wurde ein von ein paar Oidien ausgewachsenes verästelttes Mycel angetroffen (siehe Tafel, Fig. 7). Impfung auf Schrägwürzelgelatine 29./5. Nach 3 Tagen Wuchs von jedem Erdpartikelchen.

**Kultur II.** Geimpft 1./2. Impfung auf Schrägwürzelgelatine 9./2. Nach 3 Tagen Wuchs von jeder Erdpartikel. Mikroskopierung 5./2., 9./2., 19./2. u. 18./4. Am 5./2. wurde nichts gefunden, bei den folgenden Untersuchungen wurden aber recht zahlreiche, typische Oidien sowie hier und da ein Mycelfragment sichtbar.

**Kultur III.** Geimpft 23./2. Impfung auf Schrägwürzelgelatine 26./2. Nach 3 Tagen Wuchs von jeder Erdpartikel. Mikroskopierung 1./3. u. 22./3. Bei der ersten Untersuchung zahlreiche, bei den späteren sparsame Oidien. Einzelne Mycelfragmente.

**Kultur IV.** Geimpft 22./3. Impfung auf Schrägwürzelgelatine 27./3. Nach 30 Tagen Wuchs von jeder Erdpartikel. Mikroskopierung 2./4. u. 12./4. Einzelne Oidien und Mycelfragmente.

**Kultur V.** Geimpft 23./4. Impfung auf Schrägwürzelgelatine 26./4. Nach 4 Tagen Wuchs von jeder Erdpartikel. Mikroskopierung 3./5. Zahlreiche typische Oidien. Einzelne Mycelfragmente.

**Kultur VI.** Geimpft 12./5. Impfung auf Schrägwürzelgelatine 18./5. Nach 4 Tagen Wuchs von jedem Erdpartikelchen. Mikroskopierung 23./5. Dasselbe Resultat wie bei Kultur V.

### 2. Moorerde

**Kultur I.** Geimpft 17./1. Mikroskopierung 22./1. u. 31./1. Ziemlich zahlreiche, typische Oidien und einzelne Mycelfragmente.

**Kultur II.** Geimpft 6./2. Mikroskopierung 13./2. u. 23./2. Ziemlich vereinzelte Oidien, aber zahlreiche Sporen eines *Penicillium*; die Kultur war also infiziert.

**Kultur III.** Geimpft 26./2. Mikroskopierung 9./3. Recht zahlreiche Oidien, aber auch diese Kultur war natürlich, wie Kultur II, von der sie ja herkommt, infiziert.

Wie schon erwähnt, wurden auch Versuche in Erde mit sehr niedrigem Feuchtigkeitsgehalt, nämlich mit 7 bzw. 2,5% Wasser, gemacht. Dies geschah, um zu sehen, bei welchem ungefähr niedrigsten Feuchtigkeitsgrad eine Vermehrung in der Erde weiter stattfinden könne. Von Kultur I wurde somit von sämtlichen Arten in Erdkolben mit obengenannten Feuchtigkeitsgraden geimpft. Bei dem niedrigsten Feuchtigkeitsgrad, 2,5% Wasser, war der Erdboden natürlich anscheinend vollkommen ausgetrocknet.

In den Erdkulturen mit 7% Wasser gediehen die meisten Kulturen ganz gut. Bei Impfung auf Schrägwürzelgelatine von 8 Tage alten Erdkulturen kam nach 3 Tagen von jedem Erdpartikelchen Wuchs von *Sacch. ellipsoideus*, *Monilia candida* und *Oidium lactis*, während *Pseudosacch. apiculatus* zahlreiche, *Torula* ziemlich wenige und *Sacch. cerevisiae* wenige Kolonien gab. Die nach 8 bzw. 21 Tagen ausgeführte mikroskopische Untersuchung der Erdkulturen zeigte

zahlreiche, typische Zellen von *Torula*, *Monilia candida* und *Oidium lactis* (auch Mycelien), sparsame von *Sacch. ellipsoideus*, äußerst sparsame von *Sacch. cerevisiae* und keine von *Pseudosacch. apiculatus*.

Die Erdkulturen mit 2,5% Wasser gaben nach 8 Tagen keine einzige Kolonie von *Pseudosacch. apiculatus* und *Torula* auf Schrägwürzelgelatine. Bei erneuerter Impfung auf Schrägwürzelgelatine nach 19 Tagen war fortdauernd kein Wuchs vorhanden. *Sacch. cerevisiae* und *Sacch. ellipsoideus* gaben bei der ersten Impfung auf Schrägwürzelgelatine wenige Kolonien, bei der zweiten aber gar keine, während *Monilia candida* und *Oidium lactis* sowohl bei der ersten, wie bei der zweiten Impfung auf Schrägwürzelgelatine dieselbe Anzahl Kolonien gaben, nämlich für *Monilia* einige 20 und für *Oidium* einige 10. Die mikroskopische Untersuchung gab für sämtliche Arten ein negatives Resultat.

Werfen wir nun einen Blick auf die erhaltenen Resultate, so finden wir ja zuerst, daß alle bei den Versuchen angewendeten Mikroorganismen sehr gut in sterilisierter Gartenerde gedeihen und sich entwickeln können. Die bei den Versuchen im allgemeinen herrschende Bodenfeuchtigkeit, 14–17%, hat, trotzdem sie ja an sich ziemlich niedrig ist, doch zugelassen, daß die in jedem Erdkolben befindliche Erdmenge von 30–35 g schon drei Tage nach der Impfung mit ca. 0,07 g Erde von einer früheren Kultur sich mit den fraglichen Mikroorganismen so ganz durchwachsen befunden hat, daß jedes Erdpartikelchen der neuen Kultur Vegetation auf Würzelgelatine verursacht hat. Die Erde enthielt somit vollständig hinreichende Nährstoffe, um — bei der von mir angewendeten Versuchstemperatur, d. h. Zimmertemperatur — eine schnelle Entwicklung von Saccharomyceten und *Fungi imperfecti* zu gestatten. Bei niedrigerer Temperatur geht die Entwicklung dieser Pilze im entsprechenden Grade langsam vor sich. Daß die Erde einen großen Teil organische Stoffe enthält, welche die mikroskopischen Pilze sich zu Nutzen machen können, ist an sich nicht überraschend, nachdem sich gezeigt hat, daß die früher mit einem gewissen mystischen Schleier umgebenen „Humusstoffe“ u. a. so bekannte und für die Mikroorganismen wenigstens teilweise assimilierbare Verbindungen enthalten, wie verschiedene Aminosäuren (Leucin, Lysin, Arginin), ferner Histidin, Xantin, Hypoxantin, Phytosterin, Mannit, Rhamnose, Bernsteinsäure, Oxalsäure usw.

Es ist ja wahrscheinlich, ja sicher, daß eine an organischen Stoffen weniger reiche Erde als die von mir bei meinen Versuchen angewendete humusreiche Gartenerde bzw. Moorerde, den Mikroorganismen ein schlechteres Nährsubstrat darbietet. In diesem Zusammenhang ist auch hervorzuheben, daß die sterilisierte Erde einen höheren Gehalt an löslichen organischen Stoffen, als die unsterilisierte hat, was natürlich macht, daß die Entwicklung in der ersteren schneller und besser vor sich geht als in der letzteren.

Irgendwelche Ermattung in der Wachstumskraft der hier untersuchten Mikroorganismen, durch ihr mehrmonatliches Verbleiben in ein und derselben Erdkultur oder durch ihre sukzessive Überführung in neue, sterilisierte Erde habe ich nicht beobachten können. Besondere Kontrolluntersuchungen ergaben auch das Resultat, daß die Gärfähigkeit der alkoholgärenden Pilze nach mehrmonatlicher Erdkultur unverändert war. Wahrscheinlich sterben ja die Mikroorganismen beim Austrocknen der Erdkulturen aus, aber dieses Austrocknen geht in den von mir benutzten Freudenreichkolben

sehr langsam vor sich. So zeigte sich bei der Untersuchung nach 3 Monaten, daß der Wassergehalt in den Kulturkolben nur um etwas über 1% gesunken war. Ebenso erwies sich die Sporenbildungsfähigkeit bei den echten *Saccharomyceten* als unverändert.

Auch in Erde mit einem so niedrigen Wassergehalt wie 7% gedeihen noch die meisten der von mir untersuchten Arten ziemlich gut; man merkt aber deutlich, daß das Wachstum bei weitem nicht so kräftig ist wie in Erde mit 14—17% Wasser. Bei einem Wassergehalt von 2,5% findet dagegen, wie ja zu erwarten ist, keine Entwicklung statt und die bei der Impfung übergeführten Zellen sterben in den meisten Fällen bald.

Die nach meiner Methode ausgeführten mikroskopischen Untersuchungen haben gezeigt, daß die charakteristische Zellform der verschiedenen Gärungsorganismen bei der Entwicklung in der Erde keine Veränderung irgendwelcher Art erleidet. Das Aussehen, die Größe, das Sprossen usw. der Zellen ist hier vollständig dasselbe wie z. B. in den Würzekulturen. Auch Sporenbildung hat bei einer Gelegenheit, nämlich in Moorerde, nachgewiesen werden können.

Aus der mikroskopischen Untersuchung bestimmte Schlüsse über die Zahlreichheit der verschiedenen Mikroorganismen in den verschiedenen Erdkulturen zu ziehen, ist nicht angängig, und dies läßt sich ja auch leicht einsehen, denn bei der Darstellung der mikroskopischen Präparate werden ja alle größeren Erdpartikeln fortgespült, und die meisten Zellen befinden sich ja natürlich auf und in diesen Erdpartikeln und kleinen Anhäufungen von Erdpartikeln. Die Anzahl der Zellen, die beim Ausrühren der kleinen Erdquantität mit Wasser nach Fixieren auf dem Objektivglase festsitzen bleiben, kann ja höchst wechselnd sein. Die mikroskopische Untersuchung ist somit ausschließlich von rein qualitativem Werte. Durch Aussäen von der Erdkultur auf Würzegeatine erhält man indessen einen recht guten Begriff davon, wie sich die Mikroorganismen in der Erde entwickelt haben.

Die Versuche haben somit ergeben, daß gewöhnliche sterilisierte Gartenerde ein voll anwendbares Nährsubstrat sowohl für *Saccharomyceten* wie *Fungi imperfecti* (wenigstens was die von mir untersuchten Arten anbelangt) ist. Diese Mikroorganismen entwickeln in der Erde vollständig dieselben Wachstumsformen wie in anderen Nährsubstraten, z. B. Würze. Ihre Größe, Sporenbildung und Gärungsfähigkeit erleidet bei ihrer Reinkultur in Erde keine Veränderung.

Erst bei einem so geringen Wassergehalt in der Erde, wie unter 10%, beginnt ihr Wachstum allmählich gehemmt zu werden.

#### Erklärung zur Tafel.

Sämtliche Präparate, mit Ausnahme von Nr. 3, sind nach Gram gefärbt.

1. *Sacch. cerevisiae*; Kultur in steriler Gartenerde. Kultur I, 7 Tage alt.
2. *Sacch. cerevisiae*; Kultur in steriler Gartenerde. Kultur V, 10 Tage alt.
3. *Sacch. cerevisiae*; Ascosporen; Kultur in steriler Moorerde. Kultur III, 41 Tage alt. Sporenfärbung.



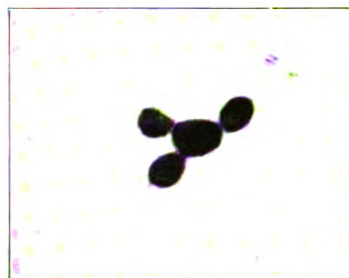


Fig. 1.

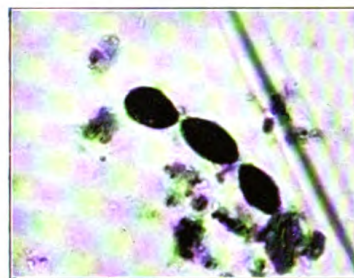


Fig. 2.

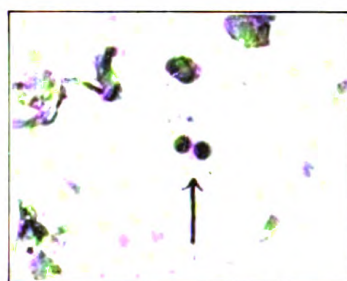


Fig. 3.

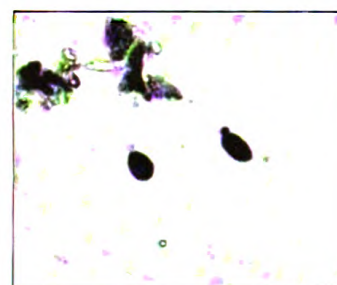


Fig. 4.

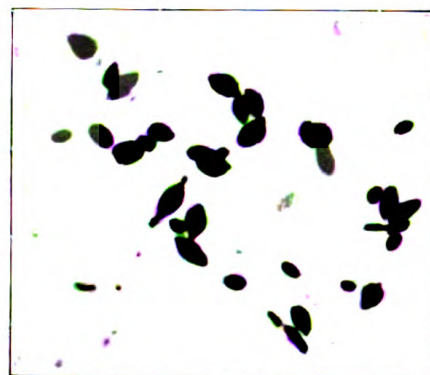


Fig. 5.

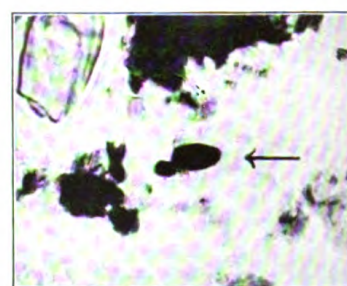


Fig. 6.

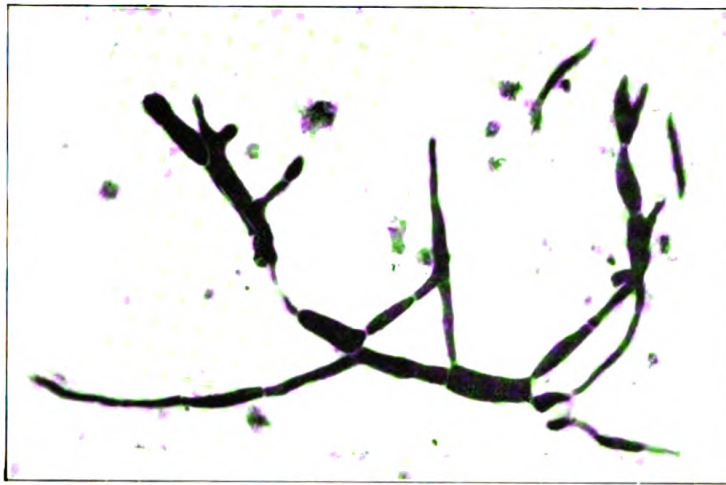


Fig. 7.

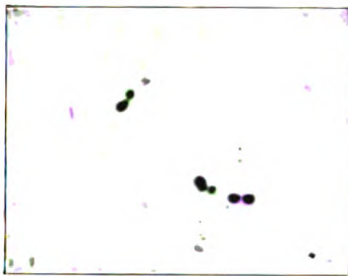


Fig. 8.

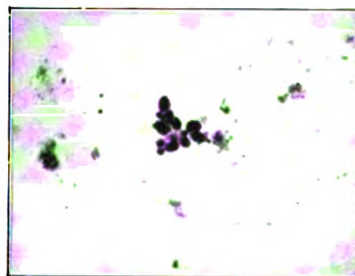


Fig. 9.

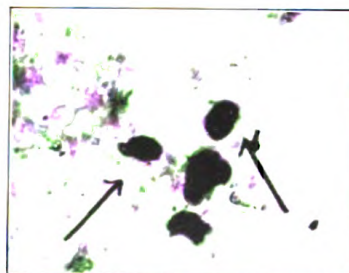


Fig. 10.

her in Jena.





4. *Sacch. ellipsoideus*; Kultur in steriler Gartenerde. Kultur I, 15 Tage alt. Rechts eine sprossende Zelle.
5. *Pseudosacch. apiculatus*; Kultur in steriler Moorerde. Kultur I, 7 Tage alt.
6. *Sacch. ellipsoideus*; Kultur in steriler Gartenerde. Kultur V, 10 Tage alt. Sprossende Zelle.
7. *Oidium lactis*; Kultur in steriler Gartenerde. Kultur I, 4 Monate 10 Tage alt. Myzelbildung.
8. *Torula*; Kultur in steriler Gartenerde. Kultur I, 7 Tage alt. Sprossende Zellen.
9. *Torula*; Kultur in steriler Gartenerde. Kultur V, 10 Tage alt. Anhäufung von Zellen.
10. *Monilia candida*; Kultur in steriler Gartenerde. Kultur V, 10 Tage alt. Hefenähnliche Zellen.

Nachdruck verboten.

## Fortgesetzte Studien über die Spezialisierung des Getreideschwarzrostes (*Puccinia graminis*) in Schweden und in anderen Ländern.

Von Jakob Eriksson, Stockholm.

### A. Der Stand der Spezialisierungsfrage am Ende des Jahres 1900.

Im Jahre 1902 gab ich in dieser Zeitschrift (Eriksson, Bd. 4, S. 601) eine Zusammenstellung aller bis dahin bekannten Erfahrungen über die Formenbildung des Getreideschwarzrostes (*Puccinia graminis* Pers.). Von dieser Pilzart hatte man folgende Formen unterscheiden können:

#### A. Scharf fixiert.

##### a) Heterophage.

1. f. sp. *Avenae* auf *Avena sativa*, *A. elatior*, *A. sterilis*, *A. brevis*, *Dactylis glomerata*, *Alopecurus pratensis*, *Milium effusum*, *Lamarckia aurea*, *Trisetum distichophyllum*, *Koeleria setacea*, *Bromus arvensis*, *B. brachystachys*, *B. madritensis*, *Festuca Myurus*, *F. tenuiflora*, *Vulpia bromoides*, *Phalaris canariensis*, *Phleum asperum*, *Briza maxima* (d. h. auf Hafer und 18 Grasarten).

2. f. sp. *Secalis* auf *Secale cereale*, *Hordeum vulgare*, *H. jubatum*, *H. murinum*, *H. comosum*, *Triticum repens*, *T. caninum*, *T. desertorum*, *Elymus arenarius*, *E. sibiricus* und *Bromus secalinus* (d. h. auf Roggen und Gerste + 8 Grasarten).

##### b) Isophage.

3. f. sp. *Airae* auf *Aira caespitosa* und *A. bottnica*.

4. f. sp. *Agrostis* auf *Agrostis canina* und *A. stolonifera*.

5. f. sp. *Poae* auf *Poa compressa*, *P. caesia* und *P. pratensis*.

#### B. Nicht scharf fixiert.

6. f. sp. *Tritici* auf *Triticum vulgare* (*Hordeum vulgare*, *Secale cereale* und *Avena sativa*) (d. h. auf Weizen und in seltenen Fällen auf Gerste, Roggen und Hafer).

Tabelle I. Infektionsversuche mit *Puccinia graminis* auf *Berberis vulgaris*, ausgeführt in den Jahren 1901—1904.

Die Herkunftsorte sind bezeichnet: Berg. = Bergianischer Garten (Stockholm); Bern (Schweiz); Exp. = Experimentalfäktet (Stockholm; Heid. = Heidelberg; Jönk. = Jönköping (Schweden); Krist. = Kristiania (Norwegen); Mag. = Magyar-Ovár (Ungarn); Ostpr. = Ostpreußen; Wien.

Infektions-  Nr.		Infektionsmaterial				Zahl der Infek- tions- Stellen	Resultat				Anmerkungen		
		Herkunft	Keim- fähigkeit		+		—	Zahl d. Rost- flecken mit	Inkubationsdauer in Tagen der				
			Grad	nach Stun- den						Spermo- mogo- nien		Aeci- dien	Spermo- gonien
1901.													
1	11. 5.	Calamagrostis Epigeios (Exp.) .	4	23	29	+	+	29	29	17	31	Neue Wirtspflanze	
2	11. 5.	Holcus lanatus (Exp.) . . . .	4	22	24	+	+	24	24	17	31	"	
3	11. 5.	" (Berg.) . . . .	4	22	36	+	+	36	36	17	31	"	
4	15. 5.	Hordeum jubatum (Krist.) . .	4	24	33	+	+	32	31	13	26	"	
5	15. 5.	Bromus brizaeformis (Exp.) .	4	24	30	+	+	30	30	13	26	"	
6	15. 5.	Koderia telacea (Exp.) . . .	4	24	35	+	+	35	33	13	26	"	
1902.													
7	1. 6.	Trisetum alpestre (Krist.) . .	4	18	40	+	+	35	27	10—16	24	"	
8	1. 6.	Hierochloa broealis (Krist.) *	4	16	30	+	+	30	30	10—16	24	"	
9	1. 6.	Festuca pratensis (Jönk.) . .	3	18	38	+	+	38	38	10—16	24	"	
10	4. 6.	Triticum orientale (Berg.) . .	4	23	27	+	+	35	35	13	21—35	"	
11	4. 6.	" rigidum (Krist.) . . .	4	22	48	+	+	42	42	13	21—35	Schwache Ausschläge Neue Wirtspflanze	
12	4. 6.	Avena nudo (Krist.) . . . .	4	22	43	+	+	25	14	13—21	35	Schwache Ausschläge Neue Wirtspflanze	
13	5. 6.	Dactylis glomerata (Krist.) . .	2	20	40	+	+	39	39	12—20	34	Ziemlich kräftige Ausschläge Schwache Ausschläge	

Neue Wirtspflanze

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

1903.	14. 5.	15. 5.	16. 5.	17. 5.	18. 5.	19. 5.	20. 5.	21. 5.	22. 5.	23. 5.	24. 5.	25. 5.	26. 5.	27. 5.	28. 5.	29. 5.	30. 5.	31. 5.	32. 5.	33. 5.	34. 5.	35. 5.	36. 5.								
	Triticum vulgare (Ostpr.)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..								
	"	(Wien)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..								
	"	(Mag.)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..								
	Secale cereale (Wien)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..								
	"	(Ostpr.)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..								
	"	"	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..								
	Avena sativa	(Heid.)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..								
	"	(Wien)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..								
	"	(Mag.)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..								
	"	(Heid.)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..								
	"	(Ostpr.)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..								
	"	(Exp.)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..								
	"	(Exp.)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..								
	Calamagrostis Epigeios (Bern)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..								
	Tritium repens (Bern)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..								
	"	(Ostpr.)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..								
	Secale cereale (Ostpr.)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..								
	"	(Sommer)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..								
	Avena elatior (Mag.)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..								
	Calamagrostis varia (Bern)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..								
	Agrostis stolonifera (Mag.)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..								
	Hordeum comosum (Berg.)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..								
	Elymus dasystachys (Berg.)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..								
1904.	19. 5.	20. 5.	21. 5.	22. 5.	23. 5.	24. 5.	25. 5.	26. 5.	27. 5.	28. 5.	29. 5.	30. 5.	31. 5.	32. 5.	33. 5.	34. 5.	35. 5.	36. 5.	37. 5.	38. 5.	39. 5.	40. 5.	41. 5.	42. 5.	43. 5.	44. 5.	45. 5.	46. 5.	47. 5.	48. 5.	49. 5.
	Avena sativa (Ostpr.)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	"	(Exp.)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	"	(Ostpr.)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	"	(Heid.)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	Tritium repens (Ostpr.)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	"	(Heid.)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	Secale cereale (Exp.)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	Hordeum vulgare (Exp.)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	Secale cereale (Ostpr.)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	"	(Ostpr.)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	Tritium vulgare (Ostpr.)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	"	(Ostpr.)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	"	(Exp.)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..

Neue Wirtspflanze

„

„

Außerdem waren auch die auf

*Aira flexuosa*, *A. grandis*, *Alopecurus nigricans*, *Avena barbata*, *A. chinensis*, *A. purpuracea*, *Bromus adoensis*, *Elymus glaucifolius*, *Panicum miliaceum*, *Poa alpina*, *P. aspera*, *P. Chaixii*, *Secale dalmaticum*, *Triticum unicum* und *T. ventricosum*

im Freien angetroffenen Schwarzrostformen insoweit geprüft worden, daß mit denselben Infektionsversuche auf *Berberis vulgaris* ausgeführt wurden, woraus hervorging, daß auch diese Formen dem echten Schwarzroste (*Puccinia graminis* Pers.), und nicht dem Thimotheegrasroste (*P. Phlei-pratensis* Er. u. Hen.), zugehören. Bis dahin lagen jedoch keine Versuche vor, wodurch die genannten Formen an ihre richtigen Plätze in der Schwarzrostspezies einrangiirt werden konnten.

#### B. Neue Infektionsversuche auf dem Experimentalfältet (Stockholm), in den Jahren 1901—1904 ausgeführt.

##### a) Infektionsversuche mit den Pilzformen in ihrem Teleutostadium.

Das in diesen Versuchen benutzte Material stammte teils aus verschiedenen Lokalitäten in Schweden, teils aus anderen europäischen Ländern. Für die gefällige Zusendung des fremden Materials bin ich den Herren Direktor R. Tolf (Jönköping), Prof. Dr. N. Wille (Kristiania), Prof. Dr. G. Tischler (Braunschweig), Prof. Dr. E. Fischer (Bern), Prof. Dr. L. Hecke (Wien) und Prof. Dr. G. Linhart (Magyar-Ovar) zu größtem Dank verpflichtet.

Den Gang und die Ergebnisse der neuen Versuche ersieht man aus der vorstehenden Tabelle 1.

Stellen wir diese neugewonnenen Versuchsergebnisse mit den entsprechenden, früher auf dem Experimentalfältet erhaltenen zusammen, so findet man nach schwedischer Erfahrung die Zahl der Grasarten, welche von echtem Schwarzroste (*Puccinia graminis*) befallen werden, von 52 auf 63 gestiegen. Diese Grasarten sind auf der Tabelle 2 aufgezählt.

Von den 11 Grasarten, deren Schwarzrostformen mit Rücksicht auf ihre Fähigkeit, die Berberitze anzustecken, jetzt zum ersten Male geprüft wurden, stammten 3, nämlich *Bromus brizaeformis*, *Calamagrostis Epigeios* (1901, Nr. 1) und *Holcus lanatus* (1901, Nr. 2) aus dem Experimentalfältet; 3, nämlich *Elymus dasystachys*, *Holcus lanatus* (1901, Nr. 3) und *Triticum orientale* aus dem Bergianischen Garten (Stockholm); und 1, nämlich *Festuca pratensis*; aus Jönköping (Småland, Schweden). Aus Norwegen (Kristiania) stammten 4 Arten: *Avena nuda*, *Hierochloa borealis*, *Trisetum alpestre* und *Triticum rigidum*, und aus der Schweiz (Bern) 1 Art: *Calamagrostis varia*.

Besonders reichlich war das in den Jahren 1903 und 1904 zugängliche Material von schwarzrostigen Weizen-, Roggen- und Haferhalmen aus anderen Ländern. Von den Proben von Weizenhalmen waren 5 von Ostpreußen, von Österreich (Hecke) und 1 von Ungarn (Linhart); von den-

jenigen von Roggenhalmen waren 5 von Ostpreußen (Tischler), und 1 von Österreich (Hecke), und von denjenigen von Haferhalmen waren 3 von Ostpreußen (Tischler), 3 von Baden (Tischler), 1 von Österreich (Hecke) und 1 von Ungarn (Linhart). Es wurde mir dadurch möglich, mit Hilfe fortlaufender Kulturen zu prüfen, inwiefern die Spezialisierung des in verschiedenen europäischen Ländern auf Weizen, Roggen und Hafer auftretenden Schwarzrostpilzes in verschiedener Weise durchgeführt worden ist oder nicht.

Tabelle 2. Schwarzrosttragende Gramineen, nach schwedischer Versuchserfahrung.

Die neuen Wirtspflanzen mit fatter Schrift gedruckt.

Grasart	Zahl der positiven Infektionsversuche	Grasart	Zahl der positiven Infektionsversuche
<i>Agrostis stolonifera</i> . . . . .	4	<i>Holcus lanatus</i> . . . . .	2
„ <i>vulgaris</i> . . . . .	2	<i>Hordeum comosum</i> . . . . .	2
<i>Aira bottnica</i> . . . . .	1	„ <i>jubatum</i> . . . . .	3
„ <i>caespitosa</i> . . . . .	6	„ <i>vulgare</i> . . . . .	8
„ <i>flexuosa</i> . . . . .	1	<i>Koeleria setacea</i> . . . . .	3
„ <i>grandis</i> . . . . .	1	<i>Lamarchia aurea</i> . . . . .	3
<i>Alopecurus nigricans</i> . . . . .	1	<i>Milium effasum</i> . . . . .	4
„ <i>pratensis</i> . . . . .	1	<i>Panicum miliaceum</i> . . . . .	1
<i>Avena barbata</i> . . . . .	1	<i>Phalaris canariensis</i> . . . . .	2
„ <i>chinensis</i> . . . . .	1	<i>Phleum asperum</i> . . . . .	2
„ <i>elatior</i> . . . . .	2	„ <i>Boehmeri</i> . . . . .	1
„ <i>nuda</i> . . . . .	1	„ <i>Michellii</i> . . . . .	1
„ <i>purpuracea</i> . . . . .	1	<i>Poa alpina</i> . . . . .	2
„ <i>sativa</i> . . . . .	18	„ <i>aspera</i> . . . . .	1
<i>Briza maxima</i> . . . . .	2	„ <i>caesia</i> . . . . .	1
<i>Bromus adoensis</i> . . . . .	1	„ <i>Chaixii</i> . . . . .	1
„ <i>arvensis</i> . . . . .	1	„ <i>compressa</i> . . . . .	4
„ <i>brachystachys</i> . . . . .	1	„ <i>pratensis</i> . . . . .	1
„ <i>brizaeformis</i> . . . . .	1	<i>Secale cereale</i> . . . . .	14
„ <i>madritensis</i> . . . . .	1	„ <i>dolmaticum</i> . . . . .	1
„ <i>secalinus</i> . . . . .	3	<i>Trisetum alpestre</i> . . . . .	1
<i>Calamagrostis Epigeios</i> . . . . .	2	„ <i>distichophyllum</i> . . . . .	1
„ <i>varia</i> . . . . .	1	<i>Triticum caninum</i> . . . . .	4
<i>Dactylis glomerata</i> . . . . .	9	„ <i>desertorum</i> . . . . .	2
<i>Elymus arenarius</i> . . . . .	2	„ <i>orientale</i> . . . . .	1
„ <i>dasytachys</i> . . . . .	1	„ <i>repens</i> . . . . .	13
„ <i>glaucifolius</i> . . . . .	2	„ <i>rigidum</i> . . . . .	1
„ <i>sibiricus</i> . . . . .	1	„ <i>unicum</i> . . . . .	1
<i>Festuca Myurus</i> . . . . .	1	„ <i>ventricosum</i> . . . . .	1
„ <i>pratensis</i> . . . . .	1	„ <i>vulgare</i> . . . . .	24
„ <i>tenniflora</i> . . . . .	1	<i>Vulpia bromoides</i> . . . . .	1
<i>Hierochloa borealis</i> . . . . .	1		

#### b) Infektionsversuche in fortlaufenden Generationen.

Mit denjenigen Formen, von denen hinreichendes Aecidienmaterial zur Verfügung stand, wurden Kulturen in fortlaufenden Generationen angeordnet. Die Ergebnisse dieser Kulturen zeigt die untenstehende Tabelle 3:

Tabelle 3. Infektionsversuche mit *Puccinia graminis* in fortlaufenden Generationen, in den Jahren 1901—1904 ausgeführt.

Puccinia		Mit Acidien sporen erzeugtes Uredo						
Vor- suchs- Nr. d. Tab. 1	Ursprungs- pflanze und Ort	Infektions-		Keimfähig- keit der Sporen	Infizierte Pflanzen	Zahl der Infektions- stellen	Resultat	
		Serie	Nr.	Tag			+	—
1901								
2	<i>Holcus lanatus</i> (Exp.)	I	1	25. 6.	1	Secale cereale . . . . .	19	0 <sup>1)</sup> [16]
			2	25. 6.	1	Triticum vulgare . . . . .	21	0 <sup>1)</sup> [16]
			3	25. 6.	1	Hordeum vulgare . . . . .	16	0 <sup>1)</sup> [16]
			4	25. 6.	1	Avena sativa . . . . .	18	0 <sup>1)</sup> [16]
1	<i>Calamagrostis</i> <i>Epigeios</i> (Exp.)	II	5	20. 7.	2	Secale cereale . . . . .	21	0 <sup>1)</sup> [21]
			6	20. 7.	2	Triticum vulgare . . . . .	20	0 <sup>1)</sup> [21]
			7	20. 7.	2	Hordeum vulgare . . . . .	21	0 <sup>1)</sup> [21]
			8	20. 7.	2	Avena sativa . . . . .	18	0 <sup>1)</sup> [21]
1902								
9	<i>Festuca pratensis</i> (Jönk.)	III	9	4. 7.	2	Secale cereale . . . . .	11	0 <sup>1)</sup> [16]
			10	4. 7.	2	Triticum vulgare . . . . .	17	0 <sup>1)</sup> [16]
			11	4. 7.	2	Hordeum vulgare . . . . .	10	0 <sup>1)</sup> [16]
			12	4. 7.	2	Avena sativa . . . . .	12	0 <sup>1)</sup> [16]
8	<i>Hierochloa bo- realis</i> (Krist.)	IV	13	8. 7.	3	Triticum vulgare . . . . .	23	0 <sup>1)</sup> [10]
			14	8. 7.	3	Secale cereale . . . . .	18	0 <sup>1)</sup> [10]
			14	8. 7.	3	Hordeum vulgare . . . . .	18	0 <sup>1)</sup> [10]
			16	8. 7.	3	Avena sativa . . . . .	13	0 <sup>1)</sup> [10]
8	<i>Hierochloa bo- realis</i> (Krist.)	V	17	8. 8.	3	Triticum vulgare . . . . .	18	0 <sup>1)</sup> [19]
			18	8. 8.	3	Secale cereale . . . . .	17	0 <sup>1)</sup> [19]
			19	8. 8.	3	Hordeum vulgare . . . . .	24	0 <sup>1)</sup> [19]
			20	8. 8.	3	Avena sativa . . . . .	12	0 <sup>1)</sup> [19]
9	<i>Festuca pra- tensis</i> (Jönk.)	VI	21	8. 8.	2	Triticum vulgare . . . . .	19	0 <sup>1)</sup> [19]
			22	8. 8.	2	Secale cereale . . . . .	18	0 <sup>1)</sup> [19]
			23	8. 8.	2	Hordeum vulgare . . . . .	18	0 <sup>1)</sup> [19]
			24	8. 8.	2	Avena sativa . . . . .	11	0 <sup>1)</sup> [19]

1903	16	Triticum vulgare (Mag.)	VII	25 26 27 28 29 30	16. 6. 16. 6. 16. 6. 16. 6. 16. 6. 16. 6.	4 4 4 4 4 4	Secale cereale . . . Triticum vulgare . . . Hordeum vulgare . . . Avena sativa . . . Triticum vulgare . . . Avena sativa . . .	25 23 20 19 30 23	— + + — + —	0 [16] 8 [16] 5 [16] 0 [16] 10 [13] 0 [16]	0 [20] 9 [20] 5 [20] 0 [20] 16 [23] 0 [20]	0 [23] 9 [23] 6 <sup>3)</sup> [23] 0 [23] 16 [23] 0 [23]	0 <sup>3)</sup> [29] 18 <sup>4)</sup> [29]
	20	Avena sativa (Hoid.)	VIII	31 32 33 34 35 36	16. 6. 16. 6. 16. 6. 16. 6. 16. 6. 16. 6.	2 2 2 2 2 2	Secale cereale . . . Triticum vulgare . . . Hordeum vulgare . . . Avena sativa . . . Dactylis glomerata . . . Alopecurus pratensis . . .	30 25 24 23 30 28	(+) — + + + (+)	0 [13] 0 [13] 9 [13] 23 [13] 12 [13] 0 [13]	1 [16] 0 [16] 9 [16] 23 [16] 17 [16] 0 [16]	1 [20] 0 [20] 7 <sup>5)</sup> [20] 23 [20] 21 [20] 2 [20]	1 <sup>5)</sup> [33] 0 [33] 7 [33] 23 [33] 23 <sup>7)</sup> [33] 2 <sup>8)</sup> [33]
	28	Triticum repens (Bern)	IX	37 38 39 40 41	17. 6. 17. 6. 17. 6. 17. 6. 17. 6.	2 2 2 2 2	Secale cereale . . . Triticum vulgare . . . Hordeum vulgare . . . Avena sativa . . . Triticum repens <sup>12)</sup> . . .	29 20 21 28 27	+ — (+) (+) —	4 [13] 0 [13] 0 [13] 0 [13] 0 [13]	13 [15] 0 [15] 0 [15] 0 [15] 0 [15]	18 [19] 0 [19] 1 <sup>10)</sup> [19] 1 [19] 0 [19]	19 [22] <sup>10)</sup> 0 [22] 3 [22] 1 <sup>11)</sup> [22] [22]
	29	Triticum repens (Ostpr.)	X	42 43 44 45 46	19. 6. 19. 6. 19. 6. 19. 6. 19. 6.	1 1 1 1 1	Secale cereale . . . Hordeum vulgare . . . Avena sativa . . . Triticum vulgare . . . Triticum repens <sup>14)</sup> . . .	33 29 37 24 43	+ (+) — — +	6 [10] 0 [10] 0 [10] 0 [10] 0 [10]	13 [13] 0 [13] 0 [13] 0 [13] 0 [13]	18 [20] 1 [20] 0 [20] 0 [20] [24]	20 [26] 1 <sup>13)</sup> [26] 0 [26] 0 [26] 6 [26]
	17	Secale cereale (Wien)	XI	47 48 49 50	2. 6. 2. 6. 2. 6. 2. 6.	2 2 2 2	Secale cereale . . . Triticum vulgare . . . Hordeum vulgare . . . Avena sativa . . .	30 32 37 30	+ + — —	4 [9] 2 [9] 0 [9] 0 [9]	4 [12] 5 [12] 0 [12] 0 [12]	4 [19] 4 [19] 0 [19] 0 [19]	8 [25] 0 [25] 0 [25] 0 [25]
	14	Triticum vulgare (Ostpr.)	XII	51 52 53 54	21. 6. 21. 6. 21. 6. 21. 6.	3 3 3 3	Secale cereale . . . Hordeum vulgare . . . Triticum vulgare . . . Avena sativa . . .	31 29 33 33	+ (+) (+) —	0 [9] 0 [9] 0 [9] 0 [9]	3 [12] 1 [12] 0 [12] 0 [12]	3 [19] 1 [19] 1 [19] 0 [19]	3 <sup>15)</sup> [24]
	15	Triticum vulgare (Wien)	XIII	55 56 57 58	21. 6. 21. 6. 21. 6. 21. 6.	3 3 3 3	Secale cereale . . . Hordeum vulgare . . . Triticum vulgare . . . Avena sativa . . .	20 29 29 35	+ (+) — —	6 [9] 0 [9] 0 [9] 0 [9]	13 [12] 0 [12] 0 [12] 0 [12]	14 [19] 1 [19] 0 [19] * <sup>17)</sup>	14 <sup>16)</sup> [24]

23\*

<sup>1)</sup> Die Pflanze teilweise gefressen. — <sup>2)</sup> Sehr schwache Ausschläge. — <sup>3)</sup> Die Pflanzen rein Grün. — <sup>4)</sup> Kräftige Ausschläge. — <sup>5)</sup> Sehr schwache Ausschläge. im allgemeinen schwach; 2 Blätter tot. — <sup>6)</sup> Kräftig an Scheiden, schwächer an Scheiben. — <sup>7)</sup> Ver kümmernd. — <sup>8)</sup> Kräftige Ausschläge. — <sup>9)</sup> Eine kleine Pustel. — <sup>10)</sup> Große Ausschläge. — <sup>11)</sup> Die Pflanze am 16. 6. eingepflanzt. — <sup>12)</sup> Sehr schwach. — <sup>13)</sup> Sehr schwach. — <sup>14)</sup> Die Pflanze am 16. 6. eingepflanzt. — <sup>15)</sup> Sehr schwach. — <sup>16)</sup> Ziemlich kräftig. <sup>17)</sup> Die Pflanzen tot.

Tabelle 3 (Fortsetzung).

Puccinia		Mit Acidiensporen erzeugtes Uredo									
Ver- suchs- Nr. d. Tab. I	Ursprung- pflanze und Ort	Infektions-		Keimfähig- keit der Sporen	Infizierte Pflanzen	Zahl der Infektions- stellen	Resultat				
		Serie	Nr.				Tag	+	-	Zahl der mit positivem Erfolg infizierten Stellen nach Tagen (Tage in Klammern)	
18	<i>Secale cereale</i> (Oetpr.)	XIV	59 60 61 62	23. 6. 23. 6. 23. 6. 23. 6.	3 3 3 3	<i>Secale cereale</i> . . . . . <i>Hordeum vulgare</i> . . . . . <i>Triticum vulgare</i> . . . . . <i>Avena sativa</i> . . . . .	34 32 39 30	2 [9] 3 [9] 0 [9] 0 [9]	11 [16] 6 [16] 0 [16] 0 [16]	12 [22] 6 [22] 0 [22] 0 [22]	12 [28] 6 [28] 0 [28] 0 [28]
21	<i>Avena sativa</i> (Wien)	XV	63 64 65 66	23. 6. 23. 6. 23. 6. 23. 6.	3 3 3 3	<i>Secale cereale</i> . . . . . <i>Avena sativa</i> . . . . . <i>Triticum vulgare</i> . . . . . <i>Hordeum vulgare</i> . . . . .	28 34 30 33	0 [9] 13 [9] 0 [9] 5 [9]	0 [16] 23 [16] 0 [16] 5 [16]	0 [22] 28 [22] 0 [22] 5 [22]	0 [28] 28 [28] 0 [28] 5 [28]
22	<i>Avena sativa</i> (Mag.)	XVI	67 68 69 70	23. 6. 23. 6. 23. 6. 23. 6.	3 3 3 3	<i>Secale cereale</i> . . . . . <i>Triticum vulgare</i> . . . . . <i>Avena sativa</i> . . . . . <i>Hordeum vulgare</i> . . . . .	25 28 31 28	0 [9] 0 [9] 6 [9] 5 [9]	0 [16] 0 [16] 10 [16] 7 [16]	0 [22] 0 [22] 22 [22] 7 [22]	
33	<i>Calamagrostis</i> <i>varia</i> (Bern)	XVII	71 72 73 74 75 76 77	27. 6. 27. 6. 27. 6. 27. 6. 27. 6. 27. 6. 27. 6.	4 4 4 4 4 4 4	<i>Secale cereale</i> . . . . . <i>Triticum vulgare</i> . . . . . <i>Avena sativa</i> . . . . . <i>Agrostis stolonifera</i> . . . . . <i>Poa compressa</i> . . . . . <i>Aira caespitosa</i> . . . . . <i>Calamagrostis lanceolata</i> . . . . .	28 39 32 29 28 30 24	0 [12] 0 [12] 0 [12] 0 [12] 0 [12] 0 [12] 0 [12]	0 [18] 0 [18] 0 [18] 0 [18] 0 [18] 0 [18] 3 <sup>1</sup> [18]		
23	<i>Avena sativa</i> (Heid.)	XVIII	78 79 80 81	28. 6. 28. 6. 28. 6. 28. 6.	3 3 3 3	<i>Secale cereale</i> . . . . . <i>Triticum vulgare</i> . . . . . <i>Hordeum vulgare</i> . . . . . <i>Avena sativa</i> . . . . .	39 24 39 18	0 [11] 0 [11] 0 [11] 18 [11]	0 [17] 0 [17] 3 <sup>1</sup> [17] 18 [17]	0 [23] 0 [23] 3 [23] 18 [23]	
24	<i>Avena sativa</i> (Oetpr.)	XIX	82 83 84 85	30. 6. 30. 6. 30. 6. 30. 6.	3 3 3 3	<i>Secale cereale</i> . . . . . <i>Triticum vulgare</i> . . . . . <i>Hordeum vulgare</i> . . . . . <i>Avena sativa</i> . . . . .	28 23 28 30	0 [9] 0 [9] 2 [9] 1 [9]	0 [16] 0 [16] 4 [16] 19 [16]	0 [21] 0 [21] 4 [21] 23 [21]	



27	<b>Calamagrostis Epigeios</b> (Bern)	XX	86 87 88 89 90 91 92 93	30. 6. 30. 6. 30. 6. 30. 6. 30. 6. 30. 6. 30. 6. 30. 6.	3 3 3 3 3 3 3 3	Secale cereale . . . . . Triticum vulgare . . . . . Hordeum vulgare . . . . . Avena sativa . . . . . Poa compressa . . . . . Aira flexuosa . . . . . Agrostis stolonifera . . . . . Calamagrostis Epigeios . . . . .	24 21 19 30 32 25 30 28	— — (+) — — — — +	0 [15] 0 [15] 3 [15] 0 [15] 0 [15] 0 [15] 0 [15] 28 [15]	0 [21] 0 [21] 3 <sup>3</sup> [21] 0 [21] 0 [21] 0 [21] 0 [21] 28 <sup>4</sup> [21]
19	<b>Secale cereale</b> (Ostpr.)	XXI	94 95 95 97	30. 6. 30. 6. 30. 6. 30. 6.	2 2 2 2	Secale cereale . . . . . Triticum vulgare . . . . . Hordeum vulgare . . . . . Avena sativa . . . . .	30 30 28 30	— — + —	0 [15] 0 [15] 0 [15] 5 [15]	0 [21] 0 [21] 6 <sup>6</sup> [21] 0 [21]
34	<b>Agrostis stolonifera</b> (Mag.)	XXII	98 99 100 101	1. 7. 1. 7. 1. 7. 1. 7.	3 3 3 3	Secale cereale . . . . . Triticum vulgare . . . . . Avena sativa . . . . . Agrostis stolonifera . . . . .	35 15 29 27	— — — +	0 [14] 0 [14] 0 [14] 19 [14]	0 [20] 0 [20] 0 [20] 20 [20]
1904 41	<b>Triticum repens</b> (Ostpr.)	XXIII	102 103 104 105 106	23. 6. 23. 6. 23. 6. 23. 6. 23. 6.	1 1 1 1 1	Secale cereale . . . . . Triticum vulgare . . . . . Avena sativa . . . . . Triticum repens . . . . . Hordeum vulgare . . . . .	23 20 17 22 26	— — — + +	8 [16] 0 [16] 0 [16] 1 [16] 2 [16]	8 [37] 0 [37] 0 [37] 3 <sup>3</sup> [37] 2 [37]
43	<b>Secale cereale</b> (Exp.)	XXIV	107 108 109 <sup>*</sup> 110 111	23. 6. 23. 6. 23. 6. 23. 6. 23. 6.	1 1 1 1 1	Avena sativa . . . . . Hordeum vulgare . . . . . Secale cereale . . . . . Triticum vulgare . . . . . Triticum repens . . . . .	21 9 19 18 21	(+) + + — —	0 [16] 2 <sup>2</sup> [16] 5 [16] 0 [16] 0 [16]	2 [53]  7 [35] 0 [35] 0 [35]
45	<b>Secale cereale</b> (Ostpr.)	XXV	112 113 114 115 116	23. 6. 23. 6. 23. 6. 23. 6. 23. 6.	1 1 1 1 1	Hordeum vulgare . . . . . Triticum repens . . . . . Secale cereale . . . . . Triticum vulgare . . . . . Avena sativa . . . . .	13 24 17 12 18	— + + — —	2 [16] 2 [16] 7 [16] 0 [16] 0 [16]	0 <sup>0</sup> [35] 3 [35] 8 [35] 0 [35] 0 [35]
39	<b>Avena sativa</b> (Ostpr.)	XXVI	117 118 119 120	28. 6. 28. 6. 28. 6. 28. 6.	3 3 3 3	Secale cereale . . . . . Triticum vulgare . . . . . Hordeum vulgare . . . . . Avena sativa . . . . .	18 16 14 18	— — + +	0 [13] 0 [13] 6 [13] 18 [13]	0 [32] 0 [32] 8 <sup>10</sup> [32]  

1) An Scheiden. — 2) Sehr schwach. — 3) Sehr schwach. — 4) Pusteln auch an einer Scheide. — 5) Schwache Ausschlüge. — 6) Schwach. —  
 7) Das pusteltragende Blatt auf der Erde liegend; die Infektion wahrscheinlich durch Fliegen. — 8) Blätter sterbend. — 9) Blätter tot. —  
 10) Die Pusteln an den Infektionsstellen, sehr schwach, aber sicher.

Tabelle 3 (Fortsetzung).

Mit Acidien sporen erzeugtes Uredo													
Puccinia		Infektions-				Keimfähig- keit der Sporen	Infizierte Pflanzen	Zahl der Infektions- stellen	Resultat				
Ver- suchs- Nr. d. Tab. I	Ursprungs- pflanze und Ort	Serie	Nr.	Tag	+				-	Zahl der mit positivem Erfolg infizierten Stellen nach Tagen (Tage in Klammern)			
38	Avena sativa (Exp.)	XXVII	121	28. 6.	4	Secale cereale . . . . .	24	-	0 [13]	0 [32]			
			122	28. 6.				4	Triticum vulgare . . . . .	21	-	0 [13]	0 [32]
			123	28. 6.				4	Avena sativa . . . . .	24	+	24 [13]	
42	Triticum repens (Heid.)	XXVIII	124	28. 6.	2	Triticum repens . . . . .	12	+	1 [16]	6 [32]			
			125	28. 6.				2	Secale cereale . . . . .	12	+	5 [16]	7 [32]
			126	28. 6.				2	Avena sativa . . . . .	6	-	0 [16]	0 [32]
37	Avena sativa (Ostpr.)	XXIX	127	1. 7.	4	Dactylis glomerata <sup>1)</sup> . . . . .	18	-	0 [17]	0 [29]			
			128	1. 7.				4	Secale cereale . . . . .	13	-	0 [17]	0 [29]
			129	1. 7.				4	Triticum vulgare . . . . .	18	-	0 [17]	0 [29]
			130	1. 7.				4	Avena sativa . . . . .	9	+	9 [17]	
			131	1. 7.				4	Hordeum vulgare . . . . .	12	+	4 [17]	4 [29]
44	Hordeum vul- gare (Exp.)	XXX	132	4. 7.	4	Secale cereale . . . . .	18	+	2 [14]	3 [27]			
			133	4. 7.				4	Triticum vulgare . . . . .	17	-	0 [14]	0 [27]
			134	4. 7.				4	Avena sativa . . . . .	18	-	0 [14]	0 [27]
			135	4. 7.				4	Hordeum vulgare . . . . .	12	+	2 [14]	2 [27]
46	Secale cereale (Ostpr.)	XXXI	136	4. 7.	4	Secale cereale . . . . .	18	+	13 [14]	13 [27]			
			137	4. 7.				4	Triticum vulgare . . . . .	12	-	0 [14]	0 [27]
			138	4. 7.				4	Avena sativa . . . . .	8	-	0 [14]	0 [27]
			139	4. 7.				4	Hordeum vulgare . . . . .	9	+	1 [14]	1 [27]
47 und 48	Triticum vul- gare (Ostpr.)	XXXII	140	13. 7.	4	Secale cereale . . . . .	25	+	2 [13]	2 [20]			
			141	13. 7.				4	Avena sativa . . . . .	24	-	0 [13]	0 [20]
			142	13. 7.				4	Hordeum vulgare . . . . .	16	+	1 [13]	1 [20]
			143	13. 7.				4	Triticum vulgare . . . . .	20	-		
42	Triticum repens (Heid.)	XXXIII	144	13. 7.	3	Triticum vulgare . . . . .	14	-	0 [13]	0 [20]			
			145	13. 7.				3	Hordeum vulgare . . . . .	18	+	7 [13]	7 [20]

<sup>1)</sup> Die Pflanzen am 29. 6. eingepflanzt.

Aus dieser Tabelle wird ersichtlich, daß unter den 11 neuuntersuchten Pilzformen, mit denen in den Jahren 1901—1904 zum ersten Male positiv ausfallende Infektionsversuche auf der Berberitze ausgeführt wurden, nur 5, nämlich die Formen auf *Calamagrostis Epigeios*, *C. varia*, *Festuca pratensis*, *Hierochloa borealis* und *Holcus lanatus* in so reichem Aecidium-Materiale vorlagen, daß fortlaufende Kulturen damit ausgeführt werden konnten.

Die Resultate der mit diesen 5 Formen ausgeführten Kulturen sind in untenstehender Tabelle 4 zusammengestellt:

Tabelle 4. Neue Schwarzrostformen in fortlaufenden Kulturen in den Jahren 1901—1903 geprüft.

Infektion			Die Zahl der					
von	über	auf	Versuchsnummer			Infektionsstellen		
			+	(+)	—	+	(+)	—
<b>Calamagrostis Epigeios</b> (Ser. II und Ser. XX)	<b>Berberis vulgaris</b>	<i>Secale cereale</i> . . . . .	.	.	2	.	.	45
		<i>Triticum vulgare</i> . . . . .	.	.	2	.	.	41
		<i>Hordeum vulgare</i> . . . . .	.	1	1	.	3	37
		<i>Avena sativa</i> . . . . .	.	.	2	.	.	18
		<i>Poa compressa</i> . . . . .	.	.	1	.	.	32
		<i>Aira flexuosa</i> . . . . .	.	.	1	.	.	25
		<i>Agrostis stolonifera</i> . . . . .	.	.	1	.	.	30
		<i>Calamagrostis Epigeios</i> . . . . .	1	.	.	28	.	.
<b>Calamagrostis varia</b> (Ser. XVII)	<b>Berberis vulgaris</b>	<i>Secale cereale</i> . . . . .	.	.	1	.	.	28
		<i>Triticum vulgare</i> . . . . .	.	.	1	.	.	39
		<i>Avena sativa</i> . . . . .	.	.	1	.	.	32
		<i>Agrostis stolonifera</i> . . . . .	.	.	1	.	.	29
		<i>Poa compressa</i> . . . . .	.	.	1	.	.	28
		<i>Aira caespitosa</i> . . . . .	.	.	1	.	.	30
		<i>Calamagrostis lanceolata</i> . . . . .	1	.	.	3	.	21
<b>Festuca pratensis</b> (Ser. III und Ser. VI)	<b>Berberis vulgaris</b>	<i>Secale cereale</i> . . . . .	.	.	2	.	.	29
		<i>Triticum vulgare</i> . . . . .	.	.	2	.	.	36
		<i>Hordeum vulgare</i> . . . . .	.	.	2	.	.	28
		<i>Avena sativa</i> . . . . .	.	.	2	.	.	23
<b>Hierochloa borealis</b> (Ser. IV und Ser. V)	<b>Berberis vulgaris</b>	<i>Secale cereale</i> . . . . .	.	.	2	.	.	35
		<i>Triticum vulgare</i> . . . . .	.	.	2	.	.	41
		<i>Hordeum vulgare</i> . . . . .	.	.	2	.	.	42
		<i>Avena sativa</i> . . . . .	.	.	2	.	.	25
<b>Holcus lanatus</b> (Ser. I)	<b>Berberis vulgaris</b>	<i>Secale cereale</i> . . . . .	.	.	1	.	.	19
		<i>Triticum vulgare</i> . . . . .	.	.	1	.	.	21
		<i>Hordeum vulgare</i> . . . . .	.	.	1	.	.	16
		<i>Avena sativa</i> . . . . .	.	.	1	.	.	18

Nach diesen Versuchen läßt sich keine der 5 neuuntersuchten Formen mit den spezialisierten Formen der Getreidearten — f. sp. *Secalis*, f. sp. *Avenae* und f. sp. *Tritici* — vereinigen. Die Form auf *Calamagrostis Epigeios* kann man als eine eigene spezialisierte Form, f. sp. *Epigeii*, aufstellen. Dahin dürfte bis auf weiteres auch die Form

Tabelle 5. Infektionsversuche mit *Uredo graminis*; das Infektionsmaterial aus den fortlaufenden Kulturen der Tabelle 3 stammend. Ausgeführt im Jahre 1903.

Puccinia stadium Nr. der Tabelle 1 Ursprung	Uredostadium I (aecidien- geboren) Ser. u. Nr. Tabelle 3	Uredostadium II (uredogeboren)					Resultat		Positive Resultate im Uredostadium I (zum Vergleich mit denjenigen im Uredostadium II)	
		Infektions-		Keimfähigkeit der Uredosporen	Infizierte Pflanzenart	Zahl der infizierten Stellen	Zahl der Rostflecken. Nach Tagen. (Tage in Klammern.)			
		Serie	Nr.				Tag	+		—
20 Avena sativa	VIII, 34 Avena sativa	A	1 2	10. 7. 10. 7.	3 3	Hordeum vulgare . . . Secale cereale . . . .	44 30	4 [13] 0 [13]	5 [27] 0 [27]	7+ unter 24 (1+) „ 30
16 Triticum vulgare (Mag.)	VII, 26 Triticum vulgare	B	3 4 5	17. 7. 17. 7. 17. 7.	4 4 4	Hordeum vulgare . . . Triticum vulgare . . . Avena sativa . . . .	21 22 9	8 [20] 19 [20] 3 <sup>1)</sup> [20]		6+ unter 20 27+ „ 53 0+ „ 42
16 Triticum vulgare (Mag.)	VII, 27 Hordeum vulgare	C	6	17. 7.	3	Triticum vulgare . . .	8	3 <sup>1)</sup> [20]		27+ unter 53
16 Triticum vulgare (Mag.)	VII, 29 Triticum vulgare	D	7 8 9 10	18. 7. 18. 7. 18. 7. 18. 7.	3 3 3 3	Hordeum vulgare . . . Triticum vulgare . . . Avena sativa . . . . Secale cereale . . . .	24 35 13 18	9 [19] 17 [19] 0 [19] 6 [19]		6+ unter 20 27+ „ 53 0+ „ 42 0+ „ 25
28 Triticum repens (Bern)	IX, 37 Secale cereale	E	11 12	21. 7. 21. 7.	3 3	Avena sativa . . . . Triticum repens . . . .	24 21	1 [16] 8 [16]	1 [38] 11 <sup>1)</sup> [38]	1+ unter 28 0+ „ 27
28 Triticum repens (Bern)	IX, 40 Avena sativa	F	13	1. 7.	4	Secale cereale . . . .	17	0 [16]	0 [38]	19+ unter 29

<sup>1)</sup> Außerdem 3 infizierte Flecken tot. — <sup>2)</sup> Außerdem 4 infizierte Flecken tot. — <sup>3)</sup> Außerdem 8 infizierte Flecken tot.

Tabelle 5 (Fortsetzung).

Puccinia- stadium Nr. der Tabelle 1 Ursprung	Uredostadium I (aecidien- geboren) Ser. u. Nr. Tabelle 3		Uredostadium II (uredogeboren)					Resultat		Positive Resul- tate im Uredo- stadium I (zum Vergleich mit denjenigen im Uredo- stadium II)	
	Se- rie	Nr.	Tag	Keimfähig- keit der Uredo- sporen	Infizierte Pflanzenart	Zahl der infizierten Stellen	+		Zahl der Rost- flecken. Nach Tagen. (Tage in Klammern.)		
							—	—			
29 Triticum repens (Ostpr.)	X, 42 Secale cereale	G	14	21. 7.	4	Avena sativa . . . . .	29	—	0 [16]	0 [38]	0+ unter 37
17 Secale cereale (Wien)	XI, 48 Triticum vulgare	H	15	22. 7.	3	Secale cereale . . . . .	24	—	0 [15]	0 [37]	8+ unter 30
22 Avena sativa (Mag.)	XVI, 69 Avena sativa	I	16	22. 7.	4	Hordeum vulgare . . . .	19	—	0 [15]	0 [37]	7+ unter 28
15 Triticum vulgare (Wien)	XIII, 55 Secale cereale	K	17	28. 7.	4	Triticum vulgare . . . .	18	—	0 [9]	0 [31]	0+ unter 29
21 Avena sativa	XV, 64 Avena sativa	L	18 19	28. 7. 28. 7.	3 3	Hordeum vulgare . . . . Avena sativa . . . . .	33 20	— +	0 [9] 3 [9]	0 [31] 10 <sup>1)</sup> [31]	5+ unter 33 28+ „ 34 (+ 9 †)
24 Avena sativa (Ostpr.)	XIX, 85 Avena sativa	M	20 21	29. 7. 29. 7.	4 4	Hordeum vulgare . . . . Secale cereale . . . . .	27 27	— —	fl. <sup>2)</sup> [9] fl. [9]	fl. [30] fl. [30]	4+ unter 28 0+ „ 28
27 Calamagrostis Epigeios (Bern)	XXI, 97 Calamagrostis Epigeios	N	22 23 24	29. 7. 29. 7. 29. 7.	4 4 4	Hordeum vulgare* . . . . Aira caespitosa . . . . . Calamagrostis Epigeios .	21 24 13	— — +	0 [30] 0 [30] 12 [30]		3+ unter 19 0+ „ 25 28+ „ 28

1) Außerdem 10 infizierte Flecken tot. — 2) Flecken, keine Pusteln, an den infizierten Stellen.

**Tabelle 6. Das Infektionsvermögen der aus verschiedenen Ländern stammenden Schwarzrostformen in den verschiedenen Generationen, in Prozent berechnet.**

Ursprung der Pilzform (Puccinia)	Uredogeneration I (aecidiengeboren). Die Form im Teleutostadium übersiedelte mit Berberis als Brücke		Uredogeneration II (uredogeboren). Die Form im Uredostadium ging weiter	
	auf	Positive Anschläge %	auf	Positive Anschläge %
<b>Triticum vulgare</b> (Ungarn)	<b>Triticum vulgare</b> . . . . .	51	<b>Triticum vulgare</b> . . . . .	63
	<b>Hordeum vulgare</b> . . . . .	30	<b>Hordeum vulgare</b> . . . . .	38
	<b>Secale cereale</b> . . . . .	0	<b>Secale cereale</b> . . . . .	33
	<b>Avena sativa</b> . . . . .	0	<b>Avena sativa</b> . . . . .	14
			<b>Triticum vulgare</b> . . . . .	37
<b>Triticum vulgare</b> <sup>1)</sup> (Österreich)	<b>Secale cereale</b> . . . . .	70	<b>Triticum vulgare</b> . . . . .	0
	<b>Hordeum vulgare</b> . . . . .	(3)		
	<b>Triticum vulgare</b> . . . . .	0		
	<b>Avena sativa</b> . . . . .	0		
<b>Secale cereale</b> (Österreich)	<b>Secale cereale</b> . . . . .	27	<b>Secale cereale</b> . . . . .	0
	<b>Triticum vulgare</b> . . . . .	13		
	<b>Hordeum vulgare</b> . . . . .	0		
	<b>Avena sativa</b> . . . . .	0		
<b>Avena sativa</b> (Ungarn)	<b>Avena sativa</b> . . . . .	71	<b>Hordeum vulgare</b> . . . . .	0
	<b>Hordeum vulgare</b> . . . . .	25		
	<b>Triticum vulgare</b> . . . . .	0		
	<b>Secale cereale</b> . . . . .	0		
<b>Avena sativa</b> (Österreich)	<b>Avena sativa</b> . . . . .	71	<b>Avena sativa</b> . . . . .	50
	<b>Hordeum vulgare</b> . . . . .	15	<b>Hordeum vulgare</b> . . . . .	0
	<b>Triticum vulgare</b> . . . . .	0		
	<b>Secale cereale</b> . . . . .	0		

<b>Avena sativa (Baden)</b> . . . . .	<b>Avena sativa</b> . . . . .	100	<b>Hordeum vulgare</b> . . . . . <b>Secale cereale</b> . . . . .	11 0
	<b>Hordeum vulgare</b> . . . . . <b>Secale cereale</b> . . . . . <b>Tritium vulgare</b> . . . . . <b>Dactylis glomerata</b> . . . . . <b>Alopecurus pratensis</b> . . . . .	16 (1) 0 77 7		
<b>Avena sativa (Ostprenßen)</b>	<b>Avena sativa</b> . . . . .	88	<b>Hordeum vulgare</b> . . . . . <b>Secale cereale</b> . . . . .	0 0
	<b>Hordeum vulgare</b> . . . . . <b>Tritium vulgare</b> . . . . . <b>Secale cereale</b> . . . . . <b>Dactylis glomerata</b> . . . . .	30 0 0 0		
<b>Tritium repens (Schweiz)</b>	<b>Secale cereale</b> . . . . .	66	<b>Tritium repens</b> . . . . . <b>Avena sativa</b> . . . . .	52 4
	<b>Hordeum vulgare</b> . . . . . <b>Avena sativa</b> . . . . . <b>Tritium repens</b> . . . . . <b>Tritium vulgare</b> . . . . .	14 (3) 0 0		
<b>Tritium repens (Ostprenßen)</b>	<b>Secale cereale</b> . . . . . <b>Tritium repens</b> . . . . . <b>Hordeum vulgare</b> . . . . . <b>Tritium vulgare</b> . . . . . <b>Avena sativa</b> . . . . .	50 14 4 0 0	<b>Avena sativa</b> . . . . .	0
<b>Calamagrostis Epigeios (Schweiz)</b>	<b>Calamagrostis Epigeios</b> . . . . .	60	<b>Calamagrostis Epigeios</b> . . . . . <b>Hordeum vulgare</b> . . . . . <b>Secale cereale</b> . . . . . <b>Tritium vulgare</b> . . . . . <b>Avena sativa</b> . . . . . <b>Poa compressa</b> . . . . . <b>Aira caespitosa</b> . . . . . <b>Agrostis stolonifera</b> . . . . .	92 0 0 0 0 0 0

<sup>1)</sup> Mit Rücksicht auf die überraschenden Ergebnisse der Versuche mit österreichischem Material von Weizen fühlt man sich fast aufgefordert, zu fragen, ob eine Verwechselung des Strohmaterials geschehen ist.

der *Calamagrostis varia* gerechnet werden. Da in den Versuchen mit den Formen der *Festuca pratensis*, *Hierochloa borealis* und *Holcus lanatus* nur die 4 Getreidearten, aber keine Aira-, Agrostis- oder Poa-Art einging, ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß diese 3 Formen mit der einen oder anderen der auf den letztgenannten Grasarten schon früher ausgeschiedenen spezialisierten Formen identisch sind. Höchstens könnte man sie vorläufig mit Fragezeichen als ? f. sp. *Festucae*, ? f. sp. *Hierochloae* und ? f. sp. *Holci* aufnehmen.

Was die übrigen neuuntersuchten Schwarzrostformen auf *Avena nuda*, *Bromus brizaeformis*, *Elymus dasystachys*, *Trisetum alpestre*, *Triticum orientale* und *T. rigidum* betrifft, so ist ihre Stellung im Formenkreise der Spezies *Puccinia graminis* noch ganz unbekannt.

c) Die biologischen Eigenschaften der in den fortlaufenden Kulturen gezogenen Uredogenerationen.

Wenn die Pilzform einer gewissen Getreide- oder Grasart, mit der Berberitze als Brücke, teils dieselbe Getreide- oder Grasart, teils auch andere Getreide- oder Grasarten angesteckt hat, so kann die Frage entstehen, ob die so gezogenen Uredogenerationen der verschiedenen Nährpflanzenarten unter sich ganz identisch sind oder nicht. Man könnte sich denken, daß vielleicht mit der Verschiedenheit im Nährsubstrat, wenn eine und dieselbe Form sich z. B. teils auf Weizen, teils auf Gerste entwickelt hat, auch eine Verschiedenheit im Charakter der entwickelten Uredosporen folge, und zwar so, daß die auf Weizen gezogenen Sporen vorzugsweise oder allein Weizen, die auf Gerste gezogenen dagegen vorzugsweise oder allein Gerste anstecken usw. Auch könnte man sich denken, daß eine z. B. in Ungarn erwachsene Form bei Kultur in Schweden, infolge der klimatischen und anderen Verschiedenheiten zwischen den beiden Ländern, ihr Ansteckungsvermögen in einer oder anderen Weise verändert hat.

Um diesen theoretisch sowie praktisch interessanten Fragen näher zu treten, wurde mit denjenigen Uredogenerationen der auf der Tabelle 3 verzeichneten Kulturen, von welchen genügendes Material von Uredosporen vorlag, eine Reihe von fortgesetzten Kulturen angelegt, deren Resultate auf der vorstehenden Tabelle 5 (S. 260 u. 261) zusammengetellt sind.

Wenn man nach den Tabellen 3 und 5 das Infektionsvermögen der verschiedenen Pilzformen in den verschiedenen Generationen in Prozenten berechnet, so erhält man die in vorstehender Tabelle 6 (S. 262 und 263) angegebenen Ziffern.

Die Versuche, deren Ergebnisse auf dieser Tabelle 6 in Prozenten ausgedrückt worden sind, können selbstverständlich infolge ihrer geringen Zahl und ihrer Lückenhaftigkeit, das Phänomen der Spezialisierung des Schwarzrostpilzes auf dem europäischen Kontinente nicht in allen Details genügend erklären. In mehreren Hinsichten haben jedoch die erreichten Resultate, wie sie schon jetzt vorliegen, ein beachtenswertes Interesse. Es wird durch dieselben ersichtlich, daß die Spezialisierung des Schwarzrostpilzes in den verschiedenen europäischen Ländern gewissermaßen verschieden durchgeführt wird.



Berechnet man in derselben Weise in Prozenten die Resultate der bis jetzt mit schwedischem Materiale der 4 Getreidearten in Kulturen über die Berberitze als Brücke ausgeführten Versuche (Eriksson, I, S. 305; II, S. 510; IV, S. 596 und obige Tab. 3), so erhält man die auf der Tabelle 7 verzeichneten Ziffern:

Tabelle 7. Das Infektionsvermögen der schwedischen Schwarzrostformen, mit Hilfe der Berberitze als Brücke, in Prozenten berechnet.

Ursprung der Pilzform (Puccinia)	Uredogeneration I (aecidiengeboren) Die Form in Teleutostadium übersiedelte, mit Berberis als Brücke,		Ursprung der Pilzform (Puccinia)	Uredogeneration I (aecidiengeboren) Die Form in Teleutostadium übersiedelte, mit Berberis als Brücke,	
	auf	Positive Aus- schläge %		auf	Positive Aus- schläge %
<b>Triticum vulgare</b>	<b>Triticum vulgare .</b>	13	<b>Secale cereale</b>	<b>Secale cereale . .</b>	51
	<b>Hordeum vulgare .</b>	23		<b>Hordeum vulgare . .</b>	37
	<b>Avena sativa . . .</b>	25		<b>Avena sativa . . .</b>	(3)
	<b>Secale cereale . .</b>	0		<b>Triticum vulgare .</b>	0
<b>Avena sa- tiva</b>	<b>Avena sativa . . .</b>	77	<b>Hordeum vulgare</b>	<b>Hordeum vulgare .</b>	17
	<b>Hordeum vulgare .</b>	0		<b>Secale cereale . .</b>	17
	<b>Secale cereale . .</b>	0		<b>Avena sativa . . .</b>	0
	<b>Triticum vulgare .</b>	0		<b>Triticum vulgare .</b>	0

Im wesentlichen gleich stellen sich die Verhältnisse betreffs der in Schweden ausgebildeten Formen, wenn man nach Uredoinfektionen, in welchen die Uredosporen aus im Freien natürlich wachsenden Getreidepflanzen geholt wurden, beurteilt. Nach den bis jetzt ausgeführten Infektionsversuchen dieser Art (Eriksson, I, S. 296; II, S. 500) erhält man die auf der Tabelle 8 aufgenommenen Ziffern:

Tabelle 8. Das Infektionsvermögen der in Schweden erwachsenen Getreiderostformen, nach Uredoinfektionen beurteilt, in Prozenten berechnet.

Ursprung der Pilzform (Uredo)	Uredo Die Form in Uredostadium (aus dem Freien) übersiedelte		Ursprung der Pilzform (Uredo)	Uredo Die Form in Uredostadium (aus dem Freien) übersiedelte	
	auf	Posi- tive Aus- schläge %		auf	Posi- tive Aus- schläge %
<b>Triticum vulgare</b>	<b>Triticum vulgare . .</b>	89	<b>Secale cereale</b>	<b>Secale cereale . . .</b>	67
	<b>Hordeum vulgare . .</b>	9		<b>Hordeum vulgare . .</b>	10
	<b>Avena sativa . . . .</b>	(1)		<b>Avena sativa . . . .</b>	0
	<b>Secale cereale . . .</b>	9		<b>Triticum vulgare . .</b>	0
<b>Avena sa- tiva</b>	<b>Avena sativa . . . .</b>	84	<b>Hordeum vulgare</b>	<b>Hordeum vulgare . .</b>	41
	<b>Hordeum vulgare . .</b>	0		<b>Secale cereale . . .</b>	94
	<b>Secale cereale . . .</b>	0		<b>Avena sativa . . . .</b>	0
	<b>Triticum vulgare . .</b>	0		<b>Triticum vulgare . .</b>	0

d) Die Spezialisierung des Pilzes durch die lokalen Wachstumsfaktoren der einzelnen Länder nachweisbar beeinflusst.

Wenn man die Versuchsergebnisse mit den aus gewissen anderen Ländern Europas (Deutschland, Österreich, Ungarn und Schweiz) stammenden Pilzformen (Tabelle 6) einerseits und diejenigen mit den in Schweden erwachsenen Formen (Tabelle 7) andererseits miteinander vergleicht, so erfährt man folgendes:

a) f. sp. *Tritici*.

Der Weizenschwarzrost, f. sp. *Tritici*, wie diese Form in Ungarn ausgebildet wird, besitzt, im Vergleiche mit der in Schweden ausgebildeten Form, eine in gewissen Hinsichten auffallend große, aber gleichzeitig in anderen Hinsichten unerwartet eng begrenzte Vitalität oder Ansteckungsfähigkeit. Während die schwedische Form sämtliche 4 in Schweden angebauten Getreidearten, in erster Reihe Weizen und Gerste, anstecken kann, befällt die ungarische Form in ihrer ersten über die Berberitze als Brücke in Schweden gezogenen Generation, d. h. als *Aecidium Berberidis*, nur Weizen (in erster Reihe) und Gerste (in zweiter Reihe), läßt aber die beiden anderen Getreidearten, Roggen und Hafer, vollständig intakt. Dieses Ausbleiben von Pustelflecken an den infizierten Roggen- und Haferpflanzen läßt sich ganz sicher nicht anders erklären, als durch die Annahme einer innewohnenden Eigenschaft des Sporenmaterials. Dauerhaft scheint jedoch diese aus Ungarn mitgebrachte innere Eigenschaft der Pilzform nicht zu sein. Schon nach dem Wachstum auf der Berberitze am Experimentalfältet (Stockholm), während 1 Monats, hatte sich die Form den neuen lokalen Verhältnissen so angepaßt, daß sie in ihrem ersten Uredostadium (Uredogeneration I), wie aus der Tabelle 6 hervorgeht, alle 4 Getreidearten, und zwar überraschend kräftig, befiel. Die kräftigen Ausschläge in diesem zweiten Uredostadium (Uredogeneration II) können als neue Zeugnisse der überlegenen inneren Vitalität der ungarischen Pilzform betrachtet werden.

Wie sich die primäre Uredogeneration auf Gerste bei fortgesetzter Kultur in Schweden überhaupt verhalten wird, läßt sich nach dem vorliegenden Versuche (Tabelle 6) nicht beurteilen, da die Gerstenform des Weizenpilzes, infolge des ungenügenden Sporenmaterials, nur auf Weizen geprüft werden konnte. Nur so viel ist aus dem angeführten Versuche zu entnehmen, daß die auf der Gerste entstandene Uredogeneration eine fortwährende kräftige Ansteckungsenergie gegen Weizen besaß.

Über die Spezialisierungsverhältnisse des Weizenschwarzrostes in Österreich läßt sich nach dem ausgeführten Versuche nichts schließen. Die kräftigen Ausschläge auf Roggen und das Ausbleiben jedes Ausschlags auf Weizen erwecken sogar den Verdacht, daß hier eine Verwechslung des Strohmaterials vorlag, daß das Stroh von Roggen, nicht von Weizen stammte.

β) f. sp. *Secalis*.

Der Roggenschwarzrost, f. sp. *Secalis*, wie diese Form in Österreich ausgebildet wird, scheint auch, nach dem vorliegenden Versuche,

andere Eigenschaften zu besitzen, als die in Schweden ausgebildete Form. Während die schwedische Form an den Roggen (in erster Reihe) und an der Gerste (in zweiter Reihe) fixiert ist, und den Weizen sowie den Hafer intakt läßt, befällt die österreichische Form erstens den Roggen und zweitens den Weizen, läßt aber Gerste und Hafer intakt. Eine Weiterkultur kam, infolge des dürftigen Sporenmaterials, nur in der Weise zustande, daß die Ansteckungsfähigkeit der Weizenform gegenüber Roggen geprüft wurde. Es zeigte sich dabei, daß die Roggenpflanzen intakt blieben. Inwiefern auch die auf den Roggenpflanzen reproduzierte Form des Pilzes durch die Kultur teils auf der Berberitze, teils auf den Roggenpflanzen in unserem Breitengrade sich so angepaßt hat, daß sie, wie die schwedische Form, neben Roggen auch Gerste befällt, läßt sich nur durch fortgesetzte Versuche feststellen.

Nach den ausgeführten Versuchen scheint die Schwarzrostform auf *Triticum repens* aus Ostpreußen mit der entsprechenden schwedischen Form vollständig identisch zu sein, indem sie neben der Ursprungspflanze auch Roggen und Gerste befiel, während sie Weizen und Hafer intakt ließ, und zwar auch bei fortlaufender Kultur.

Nicht ganz gleich verhielt sich die Form auf *Triticum repens* aus der Schweiz. Obgleich in ihren Grundzügen mit der schwedischen Form übereinstimmend, ließ sie eine Neigung zur Anpassung auch an Hafer hervortreten, und zwar besonders in der fortgesetzten Kultur, mit Roggen als Brücke.

#### γ) f. sp. *Avenae*.

Für die Beurteilung der Spezialisierung des Haferschwarzrostes, f. sp. *Avenae*, auf dem europäischen Kontinente stand mir rostiges Strohmaterial aus Ungarn, Österreich, Baden und Ostpreußen zur Verfügung, also ein Material, das reicher war als dasjenige des Weizen- und des Roggenswarzrostes. Infolgedessen werden selbstverständlich die Versuchsergebnisse mit dem Haferpilze beweisfähiger, als die mit den Pilzformen des Weizens und des Roggens ausgeführten, und zwar um so viel mehr, da die sämtlichen kontinentalen Pilzstämme sich hinsichtlich der Ansteckungsfähigkeit der *Aecidiengeneration* ganz gleich verhielten.

In der ersten *aecidiengeborenen Uredogeneration* kam bei den kontinentalen Pilzformen eine auffällige Verschiedenheit gegenüber der schwedischen Form insofern zum Vorschein, als jene Formen nicht nur Hafer (71—100%), sondern auch Gerste (15—30%) befielen, während die schwedische Form durchgehends nur Hafer ansteckt. Dauerhaft zeigte sich jedoch, ebensowenig hier, wie im entsprechenden Falle betreffend die aus Ungarn stammende Weizenschwarzrostform, die aus den kontinentalen Ursprungsländern mitgebrachte, abweichende Eigenschaft der Formen.

Schon in der zweiten, *uredogeborenen Uredogeneration*, d. h. nachdem die Pilze in Schweden, teils auf der Berberitze etwa 1 Monat, teils auf dem Hafer etwa 1 Woche, gewachsen waren, hatten sie sich den neuen Kulturverhältnissen und den neuen Nährpflanzenrassen so angepaßt, daß die Ansteckungsfähigkeit gegenüber

der Gerste fast erloschen war, und die kontinentalen Formen also ganz dieselbe Natur zeigten, wie die in Schweden einheimische Form. Nur in einem Falle, wo es sich um die aus Baden stammende Pilzform handelt, dauerte die mitgebrachte, kontinentale Eigenschaft der Pilzform, auch Gerste anstecken zu können, so lange fort, daß in der Uredogeneration II positive Ausschläge (11%) auf den infizierten Gerstenpflanzen hervortraten. Es unterliegt, meines Erachtens, keinem Zweifel, daß diese längere Fortdauer der Anpassung an Gerste mit einer innewohnenden Überlegenheit in der Vitalität des betreffenden Pilzstammes zusammenhängt. Diese Überlegenheit kam durch die hohen Infektionsprozente (100%) auf Hafer in der ersten Uredogeneration zu deutlichem Ausdruck.

#### δ) f. sp. Epigeii.

Nur insofern zeigte die aus der Schweiz stammende f. sp. Epigeii eine kleine Abweichung von der in Schweden angetroffenen Form, daß die schweizerische Form eine schwache Neigung, auch die Gerste anzustecken, zeigte, welche Eigenschaft der schwedischen Form ganz fremd ist. Schon in der Uredogeneration II war indessen diese Neigung nicht mehr zu entdecken.

Wenn auch die hier mitgeteilten Versuchsergebnisse infolge des allzudürftigen Versuchsmaterials in keiner Weise die praktisch wie theoretisch interessante Frage von der Spezialisierung des Getreideschwarzrostes in verschiedenen europäischen Ländern befriedigend lösen, so dürften sie doch als Beiträge zu einer solchen Lösung nicht unterschätzt werden. Es geht aus denselben hervor, 1. daß diese Spezialisierung schon in den verschiedenen Ländern unseres Weltteils nachweisbar verschieden durchgeführt wird, und 2. daß, wenn die in einem Lande ausgebildete Pilzform nach einem anderen Lande verpflanzt und dort weiterkultiviert wird, dieselbe sich sehr bald den Verhältnissen in dem neuen Anbaulande so anpaßt, daß sie in ihrer Ansteckungsfähigkeit mit der entsprechenden einheimischen Form übereinstimmt.

Es fragt sich unter solchen Umständen leicht verständlich auch, wie die Spezialisierung in noch anderen Ländern durchgeführt worden ist. Zur Beleuchtung dieser Frage will ich eine zusammenfassende Übersicht über unsere gegenwärtige Kenntnis hier folgen lassen:

### C. Untersuchungen in anderen Ländern ausgeführt.

#### a) Schweiz.

Die schweizerischen, von F. Müller (I, S. 202) im August des Jahres 1899 an 36 verschiedenen Lokalitäten, sämtlich im Kanton Wallis, ausgeführten Studien hatten den Zweck, das gleichzeitige Vorkommen reiner und schwarzrosttragender Grasarten an ein und derselben Lokalität neben Berberitzensträuchern zu konstatieren. Allerdings kann man aus diesen Studien über die Identität der gleichzeitig an einer bestimmten Stelle vorhandenen Pilzformen keine sicheren Schlüsse ziehen, da es ja möglich ist, daß mehrere spezialisierte Pilzformen gleichzeitig an ein und demselben Berberitzenstrauche vorkommen können. Andererseits läßt sich aber nicht bestreiten,

daß durch die auf solchem Wege gewonnenen Resultate eine Spezialisierung des Pilzes, wie sich diese im Freien unter rein natürlichen Verhältnissen vollzieht, zum Ausdruck kommt.

Die an sämtlichen 36 Lokalitäten beobachteten schwarzrostigen Gräser waren 11 an der Zahl. Der Schwarzrost kam nämlich vor:

- Auf *Dactylis glomerata* an 22 Stellen, mit 11 reinen Gräsern zusammen.
- „ *Poa nemoralis*, an 18 Stellen, mit 7 reinen Gräsern zusammen.
- „ *Agrostis alba*, an 15 Stellen, mit 10 reinen Gräsern zusammen.
- „ *Secale cereale*, an 15 Stellen, mit 10 reinen Gräsern zusammen.
- „ *Agrostis vulgaris*, an 6 Stellen, mit 7 reinen Gräsern zusammen.
- „ *Festuca ovina*, an 6 Stellen, mit 7 reinen Gräsern zusammen.
- „ *Triticum glaucum*, an 6 Stellen mit 7 reinen Gräsern zusammen.
- „ *Festuca elatior*, an 5 Stellen, mit 7 reinen Gräsern zusammen.
- „ *Lasiagrostis Calamagrostis*, an 5 Stellen, mit 6 reinen Gräsern zusammen.
- „ *Apera Spica venti*, an 4 Stellen, mit 7 reinen Gräsern zusammen.
- „ *Triticum caninum*, an 4 Stellen, mit 6 reinen Gräsern zusammen.

Es läßt sich nach diesen Beobachtungen kaum bezweifeln, daß auch in der Schweiz eine weitgehende Spezialisierung des Schwarzrostes existiert, wenn auch ohne umfassende künstliche Infektionsversuche nicht festgestellt werden kann, welche Umgrenzung jeder spezialisierten Form mit Recht zukommt.

#### b) Rußland.

Im Jahre 1902 begann A. von J a c z e w s k i (I, S. 353), eine Reihe von Infektionsversuchen auszuführen, um die Spezialisierung des Schwarzrostes in Smolensky-Gouvernement (Mittel-Rußland) aufzuklären. Die Versuche hatten zum Zweck, die Möglichkeit der Ansteckung der Getreidearten und der wildwachsenden Gräser untereinander festzustellen. Zum größten Teile wurden diese Versuche mit den Pilzformen in ihrem Uredostadium ausgeführt. Außerdem wurden aber auch Getreidepflanzen mit Aecidien-sporen, die aus verschiedenen Gramineenspezies mit der Berberitze als Brücke stammten, infiziert. Das methodische Verfahren beim Ausführen der Versuche scheint von dem in den schwedischen Kulturen benutzten insofern abweichend gewesen zu sein, als der Sporenstaub über die ganze zur Infizierung ausgewählte Pflanze, nicht aber auf gewisse, genau markierte und annotierte Stellen der Pflanze verteilt wurde. Infolgedessen können die positiven Ausschläge nur nach dem Augenmaße, also nicht prozentisch angegeben werden. In seinem Berichte unterscheidet J a c z e w s k i 4 Ansteckungsgrade: 1 = schwache Ansteckung (nicht über 1—2 Polster), 2 = Entstehung einiger Polster, 3 = bedeutende Ansteckung, und 4 = sehr starke Ansteckung.

Die Gramineenspezies, deren Schwarzrostformen in dem Uredostadium geprüft wurden, waren folgende 24:

*Secale cereale*, *Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, *Triticum vulgare*, *T. repens*, *T. caninum*, *Avena elatior*, *Alopecurus pratensis*, *Avena pubescens*, *Agrostis alba*, *Aircaespitosa*, *Apera Spica venti*, *Bromus arvensis*, *B. inermis*, *B. secalinus*, *Calamagrostis Epigeios*, *Dactylis glomerata*, *Briza media*, *Festuca ovina*, *F. gigantea*, *Lolium perenne*, *Poa compressa*, *P. pratensis* und *P. serotina*.

In ihrem Teleutostadium wurden, mit Hilfe der Berberitze als Brücke, die Schwarzrostformen folgender 13 Gramineenspezies geprüft:

*Secale cereale*, *Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, *Triticum vulgare*, *T. repens*, *Dactylis glomerata*, *Bromus secalinus*, *Lolium perenne*, *Calamagrostis Epigeios*, *Apera Spica venti*, *Avena elatior*, *Poa compressa* und *Agrostis alba*.

Auf Grund seiner sämtlichen Infektionsversuche unterscheidet Jaczewski für Rußland (Smolensky-Gouvernement) folgende spezialisierte Schwarzrostformen:

1. f. sp. *Secalis* auf *Secale cereale*; befällt auch *Triticum repens*, *T. caninum* und *Dactylis glomerata*, sowie auch in schwachem Grade *Bromus secalinus* und *B. inermis*.

2. f. sp. *Avenae* auf *Avena sativa*; befällt auch *Avena pubescens*, *Festuca ovina*, *Avena elatior* und *Alopecurus pratensis*, sowie auch in schwachem Grade *Bromus arvensis* und *Briza media*.

3. f. sp. *Tritici* auf *Triticum vulgare*; befällt auch *Lolium perenne* und *Triticum repens*, sowie auch in schwachem Grade *Hordeum vulgare* und *Festuca gigantea*.

4. f. sp. *Airae* auf *Aira caespitosa*.

5. f. sp. *Agrostis* auf *Agrostis alba*.

6. f. sp. *Poae* auf *Poa compressa*, *P. pratensis* und *P. serotina*.

7. f. sp. *Calamagrostis* auf *Calamagrostis Epigeios*.

8. f. sp. *Aperae* auf *Apera Spica venti*.

9. f. sp. *Arrhenateri* auf *Avena elatior* und in schwachem Grade auf *A. sativa*.

Nach dieser Zusammenstellung hätte man schon innerhalb des Kreises der früher untersuchten schwarzrostigen Gramineen mit einer neu aufgestellten spezialisierten Pilzform, f. sp. *Arrhenateri*, zu rechnen. Die im Berichte mitgeteilten Tatsachen berechtigen jedoch, meines Dafürhaltens, nicht zu dieser Neuauftellung. Für die Trennung der Pilzform auf *Avena elatior* von derjenigen auf *Avena sativa* liegt kein anderer Grund vor, als der Umstand, daß Uredosporen, von *Avena sativa* genommen, einen kräftigeren Ausschlag auf *Avena sativa* (Rostigkeitsgrad 4) hervorriefen als auf *Avena elatior* (Grad 3), ebenso wie Uredosporen, von *Avena elatior* stammend, kräftiger *Avena elatior* (Grad 3) als *Avena sativa* (Grad 2) befielen. In ihrem Verhalten gegen die übrigen, für beide Pilzformen geprüften Gramineenspezies (*Secale cereale*, *Hordeum vulgare*, *Triticum vulgare*, *T. repens*, *Dactylis glomerata* und *Calamagrostis Epigeios*) verhielten sich beide Formen ganz gleich, und zwar so, daß sie diese Spezies intakt ließen. Inwiefern die beiden Formen gegenüber den Grasarten *Avena pubescens*, *Festuca ovina*, *Alopecurus pratensis*, *Bromus arvensis* und *Briza media* verschieden reagieren, läßt sich nicht aus dem Berichte schließen, da nur die Haferform auf diesen Grasarten geprüft worden ist. Unter solchen Umständen will ich, wie die Sache jetzt liegt, die Jaczewskische f. sp. *Arrhenateri* für mit der früher aufgestellten f. sp. *Avenae* identisch halten.

Wohl begründet dagegen dürften die neu aufgestellten f. sp. *Calamagrostis* und f. sp. *Aperae* sein. Die erste dieser Formen kam nur auf *Calamagrostis Epigeios* zur Entwicklung und übersiedelte nicht auf *Secale cereale*, *Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, *Triticum vulgare*, *T. repens*, *T. caninum*, *Dactylis glomerata*, *Bromus secalinus*, *Aira cae-*

*spitosa*, *Agrostis alba*, *Apera Spica venti* und *Lolium perenne*. Diese Form ist offenbar mit der von mir oben neu aufgestellten f. sp. *Epigeii* identisch. Unter den beiden Namen ziehe ich den von mir gegebenen vor, und zwar aus dem Grunde, weil die bis jetzt ausgeführten Studien über diese Form sich fast nur auf die Spezies *Calamagrostis Epigeios* beziehen, und die Möglichkeit also nicht ausgeschlossen ist, daß die auf anderen *Calamagrostis*-Arten in verschiedenen Ländern auftretenden Schwarzrostformen nicht mit der schon unterschiedenen Form zusammenfallen.

Ganz neu ist f. sp. *Aperae* auf *Apera Spica venti*. Sie ist scharf fixiert und geht nicht auf *Secale cereale*, *Avena sativa*, *Aira caespitosa*, *Calamagrostis Epigeios*, *Agrostis alba* und *Lolium perenne* über.

Scharf fixiert sind auch f. sp. *Airae* auf *Aira caespitosa*, f. sp. *Agrostis* auf *Agrostis alba* und f. sp. *Poae* auf *Poa compressa*, *P. pratensis* und *P. serotina*. Keine dieser Formen übersiedelt auf die 4 Getreidearten. Außerdem läßt die erste Form *Triticum repens*, *Dactylis glomerata*, *Bromus secalinus*, *B. inermis*, *Calamagrostis Epigeios*, *Lolium perenne*, *Agrostis alba* und *Apera Spica venti*; — die zweite Form *Triticum repens*, *Dactylis glomerata*, *Bromus secalinus*, *B. inermis*, *Aira caespitosa* und *Apera Spica venti*; — und die dritte Form *Triticum repens*, *Dactylis glomerata*, *Bromus secalinus* und *B. inermis* vollständig intakt. Diese 3 Formen scheinen mit den gleichnamigen, früher in Schweden unterschiedenen Formen identisch zu sein.

Viel komplizierter und von den schwedischen Verhältnissen nicht unwesentlich abweichend findet man in Rußland die Spezialisierung des Schwarzrostes auf gewissen anderen Grasarten, sowie auf den 4 Getreidearten.

Was zuerst f. sp. *Secalis* anbelangt, so ist zu bemerken, daß *Hordeum vulgare* aus dem Kreise der Wirtspflanzen dieser Form ausgeht, und daß *Dactylis glomerata* vom Wirtskreise des Haferpilzes zu demjenigen des Roggenpilzes verlegt werden muß. Die gegenseitigen Infektionsversuche zwischen *Secale* und *Hordeum* fielen nämlich sämtlich negativ aus, sowohl in Uredo- wie in Teleutostadien der Pilzformen, während derartige Versuche zwischen *Secale* und *Dactylis* immer, sowohl in Uredo- wie in Teleutostadien, die kräftigsten Ausschläge (Grad 4) gaben.

Für f. sp. *Avenae* ist keine andere Abweichung zu notieren als das Ausgehen von *Dactylis glomerata* aus dem Kreise der Wirtspflanzen, und für f. sp. *Triticici* nichts anderes als die Unfähigkeit dieser Form, Roggen und Hafer anzustecken.

Eine eigentümliche Stellung als Schwarzrostträger nimmt *Triticum repens* in Rußland ein. In großem Umfange wurde diese Grasart in die russischen Versuche mit eingezogen, man kann daher ihre Stellung in vorliegender Hinsicht ziemlich gut beurteilen. Ich gebe in folgender Zusammenstellung eine Übersicht über alle diese Versuche. Die Ziffern in Parenthese bezeichnen die Rostigkeitsgrade (1—4).

A. Infektionsversuche von *Triticum repens*.

	Serie I in Uredo- stadium	Serie II in Teleuto- stadium	Also:
Auf <i>Secale cereale</i> . . . . .	(4)	(4)	} = f. sp. <i>Secalis</i>
„ <i>Triticum repens</i> . . . . .	(4)	(3)	
„ <i>Dactylis glomerata</i> . . . . .	(4)	(3)	
„ <i>Triticum vulgare</i> . . . . .	(4)	(3)	} = f. sp. <i>Tritici</i>
„ <i>Hordeum vulgare</i> . . . . .	(2)	(4)	
„ <i>Lolium perenne</i> . . . . .		(3)	

B. Infektionsversuche auf *Triticum repens*.

	Serie III in Uredo- stadium	Serie IV in Teleuto- stadium	Also:
Von <i>Secale cereale</i> . . . . .	(4)	(4)	} = f. sp. <i>Secalis</i>
„ <i>Triticum caninum</i> . . . . .	(4)		
„ <i>Dactylis glomerata</i> . . . . .	(3)	(3)	
„ <i>Bromus secalinus</i> . . . . .	(2)	(2)	
„ <i>Triticum vulgare</i> . . . . .	(3)	(4)	} = f. sp. <i>Tritici</i>
„ <i>Hordeum vulgare</i> . . . . .	(3)	(2)	
„ <i>Lolium perenne</i> . . . . .	(3)	(3)	
„ <i>Festuca gigantea</i> . . . . .	(3)		
„ <i>Alopecurus pratensis</i> . . . . .	(4)		= f. sp. <i>Avenae</i> .

Wie soll man, auf Grund dieser Erfahrungen, die Schwarzrostform des *Triticum repens* in Rußland auffassen und aufstellen? Durch verschiedene Wirtspflanzen läuft sie mit jeder einzelnen der 3 als sonst gut getrennt unterschiedenen Schwarzrostformen der Getreidearten, besonders mit denjenigen des Roggens und Weizens, zusammen. Es wäre, meines Erachtens, unter solchen Umständen nicht objektiv berechtigt, die betreffende Form allein mit einer bestimmten dieser Formen zusammenzubringen. Entweder könnte man sich den russischen Schwarzrost des *Triticum repens* als eine besondere f. sp. *Tritici-repentis* mit einer großen Zahl (10) von Wirtspflanzenarten vorstellen, oder — was mir besser scheint —, die Verhältnisse so auffassen, daß auf *Triticum repens* in Rußland 3 verschiedene Formen, f. sp. *Secalis*, f. sp. *Tritici* und f. sp. *Avenae*, auftreten können. Um die Berechtigung einer solchen Annahme, daß auf derselben Nährpflanzenart mehrere Pilzformen vorkommen können, zu beurteilen, würde es offenbar von Interesse gewesen sein, wenn im Berichte etwas Näheres von der Herkunft des benutzten Sporenmaterials angegeben worden wäre, so daß man wissen könnte, ob z. B. in der oben zusammengestellten Serie I das Sporenmaterial aus einer und derselben Pflanzenkolonie oder aber vielleicht aus verschiedenen Kolonien, eventuell Lokalitäten, stammte. Im Berichte vermißt man leider jede derartige Angabe. Wie dem auch sei, läßt es sich schon bei unserer jetzigen Kenntnis der Dinge kaum bezweifeln, daß *Triticum repens* in Rußland die Rolle einer Brücke spielen kann, über die eine scharf spezialisierte Pilzform auf sonst widerstandsfähige Nährpflanzenarten zu übersiedeln vermag.

Was *Lolium perenne* als Schwarzrostträger in Rußland betrifft, so weist die große Mehrzahl der ausgeführten Versuche auf eine Zusammengehörigkeit des dortigen Raygrasrostes mit dem Weizenrost, f. sp. *Tritici*, hin. Nur eine scheinbare Ausnahme hievon begegnet uns, in-



dem in einem Versuche mit Uredosporenmaterial, das von *Lolium* stammte, ein sehr kräftiger Ausschlag auf *Triticum caninum* hervortrat, d. h. auf einer Grasart, die zum Kreise der Nährpflanzenarten von f. sp. *Secalis* gehört. In der Tat bedeutet jedoch dieser Fall wenig. Es ist nämlich die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß die betreffende Grasart, ebenso wie die sehr nahe verwandte Art *Triticum repens*, nicht nur den Roggenrost, sondern auch den Weizenrost beherbergen könne.

Wie die Schwarzrostform auf *Hordeum vulgare* in Rußland am richtigsten aufgefaßt werden soll, darüber scheint *Jaczewski* selbst sehr unschlüssig gewesen zu sein. Einerseits nimmt er diese Form nicht als eigene spezialisierte Form auf, sondern bringt sie mit der f. sp. *Tritici* zusammen. Andererseits sagt er (I, S. 357) aber folgendes: „Es ist leicht möglich, daß eine zehnte Form *Hordei* existiert, weil die Form *Tritici* sich nicht besonders gut auf *Hordeum* entwickelt und von den Uredo- und Teleutosporen von *Hordeum* eine verhältnismäßig schwache Ansteckung des Weizens stattfindet.“

Um einen guten Überblick über die Versuchsergebnisse mit dieser Form zu ermöglichen, gebe ich hier eine Zusammenstellung sämtlicher diesbezüglicher Versuche. Die Ziffern in Parenthese bezeichnen die Rostigkeitsgrade (1—4).

a) Infektionsversuche von *Hordeum vulgare*.

	Serie I in Uredo- stadium	Serie II in Teleuto- stadium	Also
Auf <i>Hordeum vulgare</i> . . .	(3)	(4)	} = f. sp. <i>Tritici</i>
„ <i>Triticum vulgare</i> . . .	(2)	(3)	
„ „ <i>repens</i> . . . .	(3)	(2)	
„ <i>Lolium perenne</i> . . . .		(3)	

b) Infektionsversuche auf *Hordeum vulgare*.

	Serie III in Uredo- stadium	Serie IV in Teleuto- stadium	Also:
Von <i>Triticum vulgare</i> . . .	(2)	(2)	} = f. sp. <i>Tritici</i>
„ „ <i>repens</i> . . . .	(2)	(4)	
„ <i>Lolium perenne</i> . . . .	(3)	(3)	} = f. sp. <i>Secalis</i>
„ <i>Triticum caninum</i> . .	(3)		

Im großen und ganzen weisen auch hier die Resultate auf eine unverkennbar nahe Verwandtschaft des Gerstepilzes mit dem Weizenpilze hin. Das einzige Bedenken dagegen bietet die Grasart *Triticum caninum*, deren Uredoform in einem Falle kräftige Ausschläge auf Gerste hervorrief. Ich halte es jedoch nicht für ungereimt, diesen Fall hier in derselben Weise wie betreffs des entsprechenden Raygraspilzes zu erklären.

Es würde unter solchen Umständen die Übereinstimmung zwischen dem Gerstepilze und dem Weizenpilze vollständig sein. Sie haben dieselben Wirtspflanzen, und es gilt nur, zu entscheiden, ob man die beiden Pilzformen als eine für beide Getreidearten gemeinsam spezialisierte Form zusammenfassen, oder jede Form für sich als eine spezielle Form betrachten soll. Für eine Trennung der Formen finde ich meinerseits die von *Jaczewski* angeführten Tatsachen nicht hinreichend. Es ist freilich wahr, daß die Form der Gerste nicht so gut auf Weizen wie auf Gerste und die Form des Weizens nicht so gut auf Gerste wie auf Weizen übergeht. Derartige Phänomene sind

aber nicht überraschend. Jedermann, der sich eine Zeit mit Infektionsarbeiten beschäftigt hat, hat sich wohl überzeugt, daß die Infektionen in der Regel besser gelingen, wenn das Infektionsmaterial auf eine Pflanze derselben Art, wie die, aus welcher das Material stammt, übertragen wird, als wenn man dasselbe auf andere, für dieselbe Pilzart eventuell empfängliche Nährpflanzenarten überführt.

Bei der Aufstellung und der Umgrenzung der *f. sp. Secalis* im Jahre 1894, infolge schwedischer Erfahrung, waren hinsichtlich der Einordnung des Gersterostes die Verhältnisse ziemlich dieselben wie jetzt für die Umgrenzung der *f. sp. Tritici*, nach russischer Erfahrung, wenn es die Stellung des Gerstenrostes gilt. Die Schwarzrostform der Gerste wurde derzeit für Schweden mit der *f. sp. Secalis* vereinigt, und ich habe keine späteren Erfahrungen, die eine Veränderung in dieser Hinsicht motivieren. Es wäre inkonsequent, jetzt einem anderen Prinzip als damals zu folgen. Aus diesen Gründen halte ich es für am besten und richtigsten, die *f. sp. Tritici* für Rußland in der von Jaczewski angegebenen Umgrenzung beizubehalten und die dortige Pilzform der Gerste darin mitzurechnen.

#### c) Die Vereinigten Staaten Nordamerikas.

Bei der umfassenden Untersuchung über die nordamerikanischen Getreideroste, welche M. A. Carleton (I) in den Jahren 1896—1898 ausführte, wurden auch zahlreiche künstliche Infektionsversuche gemacht, um die Spezialisierung des Schwarzrostpilzes auf dem nordamerikanischen Boden kennen zu lernen. Das methodische Verfahren war bei diesen Versuchen, wie bei den soeben beschriebenen russischen Versuchen, gewissermaßen ein anderes, als das von mir bei den schwedischen zur Anwendung gebrachte, infolgedessen die in dem einen und die in dem anderen Lande gewonnenen Resultate nicht vollständig vergleichbar sind. So wird in dem nordamerikanischen Berichte nur angegeben, wie zahlreiche die Versuchsnummern waren, nicht aber, an wie vielen Stellen jeder Nummer die Resultate positiv oder negativ ausfielen. Ferner ging man in der Mehrzahl der nordamerikanischen Versuche von der Getreideart auf die Grasart über, d. h. man infizierte die Grasart mit von der Getreideart stammenden Sporenmaterial, während man in den schwedischen Versuchen in der Regel umgekehrt von der Grasart die Getreideart infizierte.

Das in den nordamerikanischen Versuchen zur Anwendung gekommene Uredomaterial stammte aus folgenden Getreide- und Grasarten:

*Avena sativa*, *Triticum vulgare*, *Hordeum vulgare*, *H. jubatum*, *Elymus canadensis glaucifolius*, *Dactylis glomerata* und *Avena elatior*.

Den Gang und die Resultate dieser Versuche ersieht man aus der Zusammenstellung auf der Tabelle 9.

Soweit die Untersuchungen Carletons über die Spezialisierung der Getreideroste in Nordamerika, die im Jahre 1899 veröffentlicht worden sind! 12 Jahre später (1911) erschien der Bericht über eine neue von E. M. Freeman & E. A. Johnson (I) ausgeführte, umfassende Untersuchung über dasselbe Thema, insoweit es die auf den Getreidearten Weizen, Gerste, Hafer und Roggen auftretenden Rostspezies betrifft. Die im Berichte erwähnten Infektionsversuche wurden im Gewächshause in Washington, D. C., in den

Tabelle 9. Infektionsversuche mit *Uredo graminis* in den Vereinigten Staaten, in den Jahren 1896—1898 ausgeführt.

(Die Ziffer in der Parenthese bezeichnet die Zahl der Versuche.)

Resultate		
sicher positiv	unsicher positiv	sicher negativ
<b>a) von <i>Avena sativa</i>:</b> auf: <i>Avena sativa</i> (22), <i>Dactylis glomerata</i> (5), <i>Hordeum murinum</i> (5), <i>Avena pratensis</i> (3), <i>A. fatua</i> (2), <i>Agrostis scabra</i> (1), <i>Alopecurus alpestris</i> (1), <i>Ammophila arenaria</i> (1), <i>Bromus ciliatus</i> (1), <i>Eatonia obtusata</i> (1), <i>Festuca</i> sp. (1), <i>Holcus mollis</i> (1), <i>Koeleria cristata</i> (1), <i>Phleum asperum</i> (1), <i>Polypogon monspeliensis</i> (1) und <i>Trisetum subspicatum</i> (1).	auf: <i>Bromus unioloides</i> (1), <i>Lolium perenne</i> (1), <i>Phleum pratense</i> (1) und <i>Triticum villosum</i> (1).	auf: <i>Triticum vulgare</i> (33), <i>Hordeum vulgare</i> (7), <i>Secale cereale</i> (5) + 29 andere Grasarten (37 Versuche zusammen).
<b>b) von <i>Triticum vulgare</i>:</b> auf: <i>Triticum vulgare</i> (18), <i>Hordeum vulgare</i> (5), <i>Elymus virginicus</i> (2), <i>Agropyrum Richardsonii</i> (1), <i>Dactylis glomerata</i> (1), <i>Festuca gigantea</i> (1), <i>Hordeum murinum</i> (1), <i>Koeleria cristata</i> (1) u. <i>Triticum monococcum</i> (1).	auf: <i>Avena sativa</i> (3).	auf: <i>Secale cereale</i> (4) + 9 andere Grasarten (9 Versuche zusammen).
<b>c) von <i>Hordeum vulgare</i>:</b> auf: <i>Triticum vulgare</i> (1).	—	auf: <i>Avena sativa</i> (1), <i>Secale cereale</i> (1) + 2 andere Grasarten (2 Versuche zusammen).
<b>d) von <i>Hordeum jubatum</i>:</b> auf: <i>Triticum vulgare</i> (4) und <i>Hordeum vulgare</i> (2).	—	auf: <i>Avena sativa</i> (2), <i>Secale cereale</i> (1) + 5 andere Grasarten (5 Versuche zusammen).
<b>e) von <i>Elymus canadensis glaucifolius</i>:</b> auf: <i>Triticum vulgare</i> (3), <i>Hordeum vulgare</i> (2), <i>Elymus canadensis</i> (1), <i>E. c. glaucifolius</i> (1) und <i>Hordeum jubatum</i> (1).	—	auf: <i>Avena sativa</i> (2), <i>Secale cereale</i> (2) + 8 andere Grasarten (8 Versuche zusammen).
<b>f) von <i>Dactylis glomerata</i>:</b> auf: <i>Avena sativa</i> (1).	—	—
<b>g) von <i>Avena elatior</i>:</b> auf: <i>Avena sativa</i> (1).	—	—

Jahren 1907—1909 ausgeführt, und zwar stets mit den Pilzformen in ihrem Uredostadium. Das infizierende Sporenmaterial stammte aus der Landwirtschaftlichen Versuchstation in Minnesota und war dort im Freien eingesammelt und mit der Post nach Washington verschickt worden. Ich beschränke mich hier darauf, nur diejenigen Versuche zu berücksichtigen, die mit Sporenmaterial von *Puccinia graminis* ausgeführt wurden.

Die Versuchspflanzen wurden in Töpfen gezogen, und zwar in der Regel 10 Pflanzen in jedem Topfe. Die Infizierungen geschahen am 1. oder am 2. Blatte der Pflanzen. Nach dem Infizieren wurden die Pflanzen mit einem Pulverisator bespritzt und danach mit Glasglocken 2 Tage überdeckt.

Mit Rücksicht auf die Verschiedenheiten zwischen den in Schweden und den in Nordamerika bis dahin gewonnenen Versuchsergebnissen, vielleicht auch auf Grund der bei diesen Versuchen nicht seltenen Schwankungen in der Fixierungsschärfe der einzelnen Pilzformen, wurden die Verfasser veranlaßt, zu prüfen, ob es vielleicht möglich sei, die Schranken zwischen den genannten Formen niederzureißen („to examine further into the possibility of breaking down the barriers between the so-called biologic forms“). Zu diesem Zwecke wurden von den einzelnen Pilzformen jeder Getreideart Kulturen in fortlaufenden Generationen angeordnet. Ich gebe in untenstehender Tabelle 10 eine Zusammenstellung der Resultate dieser Versuche. Ich bezeichne darin Weizen mit W, Gerste mit G, Hafer mit H und Roggen mit R. In den beigetzten Brüchen gibt der Nenner die Zahl der sämtlichen und der Zähler die Zahl der positiv ausgefallenen Infektionen.

Tabelle 10. Infektionsversuche mit *Uredo graminis* in fortlaufenden Generationen von Freeman & Johnson in Washington, D. C., in den Jahren 1907—1909 ausgeführt.

Ursprung	Generation						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
W—	W $\frac{59}{64}$						
	H $\frac{0}{66}$						
	R $\frac{1}{32}$						
		G $\frac{28}{42}$ — G $\frac{16}{16}$ —		G $\frac{52}{68}$ — G $\frac{58}{60}$ — G $\frac{20}{20}$			
		W $\frac{13}{30}$		R $\frac{8}{44}$ , 5 Fl.	R $\frac{1}{5}$ — W $\frac{7}{7}$ — H $\frac{1}{50}$ , 36 Fl.		
		R $\frac{6}{52}$ , 3 Fl.		H $\frac{2}{54}$ , 10 Fl.			
	G $\frac{26}{31}$ —	H $\frac{0}{60}$ , 5 Fl.					
H—	H $\frac{87}{88}$						
	W $\frac{0}{100}$						
	G $\frac{7}{84}$ —	G $\frac{1}{10}$					
		H $\frac{0}{5}$					
	R $\frac{0}{82}$						

Tabelle 10 (Fortsetzung).

Ursprung	Generation						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
G	$G \frac{32}{38}$						
	$H \frac{7}{35}, 7 \text{ Fl.}$	$\left\{ \begin{array}{l} G \frac{0}{9} \\ H \frac{1}{9} \end{array} \right.$					
			$\left\{ \begin{array}{l} W \frac{5}{24} \\ G \frac{19}{22} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} H \frac{0}{8} \\ G \frac{3}{3} \\ R \frac{0}{27} \end{array} \right.$				
	$R \frac{3}{36}, 3 \text{ Fl.}$	$\left\{ \begin{array}{l} G \frac{8}{9} \\ R \frac{0}{3}, 1 \text{ Fl.} \\ H \frac{4}{27}, 8 \text{ Fl.} \\ W \frac{12}{22} \\ R \frac{1}{22}, 6 \text{ Fl.} \\ G \frac{17}{29} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} H \frac{5}{25} \\ R \frac{8}{43}, 3 \text{ Fl.} \\ W \frac{10}{15} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} G \frac{3}{9} \\ R \frac{1}{12} \\ W \frac{36}{70} \\ R \frac{4}{24}, 7 \text{ Fl.} \\ H \frac{3}{37}, 5 \text{ Fl.} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} W \frac{15}{17} \\ R \frac{0}{3}, 1 \text{ Fl.} \\ W \frac{53}{59} \\ W \frac{39}{40} \\ W \frac{20}{20} \end{array} \right.$			
R	$H \frac{0}{29}$						
	$W \frac{0}{31}, 1 \text{ Fl.}$						
	$R \frac{17}{25}$	$\left\{ \begin{array}{l} G \frac{1}{8} \\ H \frac{1}{22} \\ W \frac{0}{20} \\ R \frac{4}{20} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} R \frac{1}{5} \\ G \frac{4}{18} \\ R \frac{3}{16} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} G \frac{0}{8} \\ G \frac{3}{20} \\ R \frac{1}{12}, 1 \text{ Fl.} \\ G \frac{0}{2} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} G \frac{7}{9} \\ R \frac{1}{3} \end{array} \right. \quad G \frac{3}{4}$			
	$G \frac{23}{31}$						

Es ist offenbar, daß durch diese neuen Untersuchungen von Freeman & Johnson unsere Kenntnis der Spezialisierung des Schwarzrostes in den Vereinigten Staaten Nordamerikas wesentlich erweitert worden sind. Waren uns die großen Hauptzüge dieser Spezialisierung durch die früheren Untersuchungen Carletons gut bekannt, so ist doch erst durch die neuhinzugekommenen Forschungen Freemans & Johnsons ein tieferer Einblick in das Gebiet der biologischen Eigenschaften der einzelnen spezialisierten Formen ermöglicht worden.

Unter den hier in Betracht kommenden Formen behandle ich hier zuerst:

a) f. sp. *Tritici* und  $\beta$ ) f. sp. *Hordei*.

Aus sämtlichen vorliegenden Versuchen geht mit voller Evidenz hervor, daß die Schwarzrostformen des Weizens und der Gerste in Nordamerika von den entsprechenden Formen in Schweden in biologischer Hinsicht nicht unwesentlich abweichen. Während die schwedische Schwarzrostform des Weizens, als weniger scharf fixiert, neben dem Weizen selbst auch in einzelnen Fällen die 3 anderen Getreidearten anstecken kann, und die schwedische Schwarzrostform der Gerste unbedingt mit der f. sp. *Secalis* zusammenfällt, besteht in Nordamerika zwischen den Formen des Weizens und der Gerste eine so intime Verwandtschaft, daß man unschlüssig ist, ob man sie als ein und dieselbe spezialisierte Form oder als zwei getrennte Formen betrachten soll.

Für ein Zusammenbringen der beiden Formen spricht der Umstand, daß Weizen und Gerste mit wenig differenzierender Intensität einander anstecken können. Dieses wird speziell aus den neuen Versuchen von Freeman & Johnson ersichtlich, da man nach den Angaben ihres Berichtes die positiven Ausschläge prozentisch berechnen kann. So gab das im Freien eingesammelte Uredosporenmaterial in der ersten Generation:

von	auf						
Weizen	— Weizen	59	positive	Ausschläge	unter 64, d. h.	Ansteckung	92%
"	— Gerste	26	"	"	" 31, "	"	84%
Gerste	— Gerste	32	"	"	" 38, "	"	84%
"	— Weizen	30	"	"	" 44, "	"	68%

während die Parallelinfektionen an den 2 anderen Getreidearten die folgenden Resultate gaben:

von	auf						
Weizen	— Roggen	1	positiven	Ausschlag	unter 32, d. h.	Ansteckung	3%
"	— Hafer	0	"	"	" 66, "	"	0%
Gerste	— Roggen	3	"	"	" 36, "	"	8%
"	— Hafer	7	"	"	" 35, "	"	20%

Gegen eine absolute Identität der Pilzformen des Weizens und der Gerste spricht indessen die verschiedene Reaktion der beiden Formen gegenüber Roggen und Hafer, sowie auch eine die Gerstenpflanze als Rostwirt kennzeichnende Eigenart, das Ansteckungsvermögen der darauf vegetierenden Pilzform zu beeinflussen. Die Pilzform der Gerste besitzt an und für sich, wie sie auf der Gerstenpflanze im Freien vorkommt, eine unbedingt größere Fähigkeit als die entsprechende Form des Weizens, die 2 anderen Getreidearten, und zwar speziell den Hafer, anzustecken. Der umgestaltende Einfluß der Gerstenpflanze auf die Natur der Pilzform kommt insofern zum Ausdruck, als der Weizenpilz, sowie auch gewissermaßen der Roggenpilz,

nach dem Passieren der Gerstenpflanze als Brücke, sämtliche Getreidearten anstecken kann. Im ganzen zeigte sich nämlich nach den Zusammenstellungen in der Tabelle 10 der Infektionsverlauf in fortlaufenden Generationen in folgender Weise:

	W	—	G $\frac{26}{31}$	—	G $\frac{28}{42}$	—	G $\frac{16}{16}$	—	R $\frac{8}{44}$	—	R $\frac{1}{5}$	—	W $\frac{7}{7}$	—	H $\frac{1}{50}$
Ansteckung %:			84	—	67	—	100	—	18	—	20	—	100	—	2
	G	—	R $\frac{3}{36}$	—	G $\frac{8}{9}$	—	H $\frac{5}{25}$	—	G $\frac{3}{9}$	—	W $\frac{15}{17}$				
Ansteckung %:			83	—	89	—	20	—	33	—	88				
	R	—	G $\frac{23}{31}$	—	H $\frac{1}{22}$										
Ansteckung %:			74		5										

Man findet also, daß die Ansteckungsprozente des Weizenpilzes gegenüber dem Roggen nach dreimaligem Passieren der Gerstenpflanze von 3 Proz. bis 18—20 Proz., und endlich nach einmaligem Passieren der Weizenpflanze gegenüber dem Hafer von 0 Proz. bis 2 Proz. gesteigert wurden, sowie auch derjenigen des Roggenpilzes gegenüber dem Hafer nach einmaligem Passieren der Gerstenpflanze von 0 Proz. bis 5 Proz.<sup>1)</sup>

Auf Grund der jetzt besprochenen Verschiedenheiten teils zwischen den Pilzformen, teils zwischen den dieselben beeinflussenden Nährpflanzenarten, halte ich es für das beste, mit Freeman & Johnson, die Formen des Weizens und der Gerste als 2 spezialisierte Formen, f. sp. *Tritici* und f. sp. *Hordei*, aufzunehmen.

Als Wirtspflanzen der f. sp. *Tritici* hat man folgende Getreide- und Grasarten zu rechnen:

*Triticum vulgare*, *T. monococcum*, *Hordeum vulgare*, *H. jubalum*, *H. murinum*, *Elymus canadensis glaucifolius*, *E. virginicus*, *Agropyrum Richardsonii*, *Dactylis glomerata*, *Festuca gigantea*, *Koeleria cristata*.

Nur sehr selten ist ein direkter Übergang dieser Form auf *Avena sativa* von Carleton und auf *Secale cereale* von Freeman & Johnson wahrgenommen worden.

Die Wirtspflanzen der f. sp. *Hordei* sind:

*Hordeum vulgare*, *Triticum vulgare* und in selteneren Fällen *Avena sativa* und *Secale cereale*.

#### γ) f. sp. *Secalis*.

Nach den neuen Untersuchungen von Freeman & Johnson dürfte man auch berechtigt sein, die Form des Roggens als eine besondere f. sp. *Secalis* zu betrachten. In der ersten, direkten Generation befiel sie Roggen und Gerste mit etwa gleicher Energie, respektive 80 Proz. und 74 Proz., ließ aber Weizen und Hafer intakt. Erst nach dem Passieren der Gerstenpflanze als Brücke gelang es, den Hafer, etwa 5 Proz., damit anzustecken.

<sup>1)</sup> Wir stehen hier offenbar vor einem Falle von „bridging Species“, analog der von H. Marshall-Ward (I und II) in den Jahren 1903 und 1905 für die verschiedenen Sektionen der Gattung *Bromus* gegenüber *Puccinia bromina* beschriebenen.

δ) f. sp. *Avenae*.

Der Haferschwarzrost, f. sp. *Avenae*, in Nordamerika stimmt mit dem entsprechenden in Schweden in allem Wesentlichen überein. Er ist gegenüber den anderen Getreidearten auch in Nordamerika die am schärfsten fixierte („the most closely specialized“) der Schwarzrostformen des Getreides. In den älteren Versuchen Carletons ließ die Haferform Weizen in 33, Gerste in 7 und Roggen in 5 Versuchen ganz frei. Immun gegen den Haferpilz hielten sich in den neuen Versuchen von Freeman & Johnson der Weizen und der Roggen. Nur in seltenen Fällen (8 Proz.) übersiedelte in diesen Versuchen der Haferpilz auf Gerste. Wo dieses eintraf, waren indessen die Pusteln immer klein und schwach.

Auch in seinem Verhalten zu anderen Grasarten zeigt der nordamerikanische Haferpilz Übereinstimmung mit dem entsprechenden schwedischen. In beiden Ländern ist die auf *Avena elatior* im Freien auftretende Pilzform mit derjenigen des Hafers identisch, und die Haferform übersiedelte in den nordamerikanischen Versuchen auf *Dactylis glomerata*<sup>1)</sup> und *Phleum asperum*, welche beiden Grasarten in Schweden die Haferform im Freien beherbergen. Außerdem findet man in beiden Ländern verschiedene Spezies der Gattungen *Alopecurus*, *Bromus*, *Koeleria* und *Trisetum*, die entweder (in Schweden) den echten Haferrost im Freien trugen, oder (in Nordamerika) wenigstens durch diesen Rost in künstlichen Kulturen angesteckt wurden.

Ich mache hier absichtlich einen Unterschied zwischen dem spontanen Auftreten einer Pilzform im Freien einerseits und dem aus einer künstlichen Infektion resultierenden Krankheitsausbruch in einem Gewächshause andererseits. Man darf nämlich nicht die Möglichkeit abweisen, daß in dem einen oder anderem Falle die in den nordamerikanischen Versuchen erhaltenen positiven Ergebnisse nicht ohne weiteres als Beweise dafür gelten können, daß die im Freien vorkommenden Pilzformen der betreffenden Grasarten — wenn solche Formen überhaupt dort vorkommen — mit der Pilzform des betreffenden Getreides identisch seien. Sie können nur artifizielle, abnorme Kulturausschläge ohne irgendwelchen praktischen Anschluß sein, z. B. analog den künstlich produzierten Pustelflecken von *Uredo agropyrina* auf *Secale cereale* und auf *Bromus arvensis* oder von *Uredo bromina* auf *Secale cereale*. Zur Vervollständigung der Übereinstimmung zwischen der nordamerikanischen und der schwedischen Haferpilzform ist endlich hervorzuheben, daß keine derjenigen Grasarten, welche sich in Nordamerika gegen Haferschwarzrost immun zeigten, in Schweden mit dieser Rostform behaftet angetroffen worden ist.

## d) Indien.

Im Jahre 1903 erschien eine kritische Übersicht von E. J. Butler (I) über den damaligen Stand der Getreiderostfrage, mit besonderer Anpassung an indische Verhältnisse, und 3 Jahre später gaben Butler & J. M. Hayman (I) ihre auf umfassende Studien gegründete, sehr interessante Darstellung über die indischen Weizenroste heraus. Aus diesem Berichte gewinnt man eine sehr gute Kenntnis von den in Indien auftretenden Getreiderostarten im allgemeinen, und zwar speziell von denjenigen des

<sup>1)</sup> In einem Versuch erhielt Carleton auf *Dactylis glomerata* positive Ausschläge mit f. sp. *Tritici*.



Weizens, der Hauptgetreideart des Landes. Von den in diesen, die Getreiderostfragen in vielen Hinsichten beleuchtenden, Aktenstücken dargelegten Tatsachen und Auseinandersetzungen will ich hier nur diejenigen berücksichtigen, die mit dem Vorkommen und der Spezialisierung des Schwarzrostes in Zusammenhang stehen<sup>1)</sup>.

Von unseren 4 Getreidearten wird in Indien in erster Linie der Weizen kultiviert. Danach folgen die Gerste und der Hafer. Zuletzt kommt der Roggen.

Auf dem Weizen treten 3 Rostarten auf: *Puccinia graminis*, *P. glumarum* und *P. triticea*. Auf der Gerste trifft man nur 2 Arten: *P. graminis* und *P. glumarum*. Auf dem Roggen ist allein *P. graminis*, und zwar sehr spärlich, beobachtet worden. Eine besonders eigentümliche Stellung nimmt hier der Hafer ein. Während diese Getreideart in anderen Teilen der Welt meistens durch *P. graminis* und *P. coronifera* mehr oder weniger stark leidet, steht sie in Indien immer rein, auch da, wo sie an der Seite schwer schwarzrostiger Weizen- oder Gerstenfelder wächst. Dies war, nach Butler & Hayman (I, S. 42), speziell bei Hissar Farm (Nordwest-Indien) im Jahre 1903 sehr auffällig, indem viel Weizen hier durch den Schwarzrost zerstört wurde, während an einem angrenzenden, umfassenden Haferareale keine Spur von Rost irgendwelcher Art entdeckt wurde, und in Dehra Dun (auch Nordwest-Indien), wo man Hafer im großen baut, wird der Kontrast zwischen den rostigen Weizenfeldern und den reinen Haferfeldern auch als sehr auffallend bezeichnet.

Wenn auch Weizenrost in allen Weizen bauenden Provinzen Indiens vorkommt, so ist doch seine Häufigkeit und seine Schädlichkeit nicht allorts und alle Jahre gleich. Am wenigsten scheint Punjab, die nordwestliche Ecke von Indien, dadurch zu leiden, und zwar unzweifelhaft infolge des dortigen, trockenen Klimas. Am schwersten befallen sind die Weizenfelder in dem großen, zentralen Gebiete, das von einem Dreiecke mit den Spitzen in Bombay (westlich), Simla (nördlich) und Kalkutta (östlich) umschlossen wird, wo der Getreiderost endemisch ist und wo gewöhnlich mehr als eine der drei Rostarten vorhanden ist.

Nach den noch vorliegenden Untersuchungen ist es kaum möglich, zu entscheiden, welcher der 3 Weizenrostarten die erste Rolle in ökonomischer Hinsicht gebührt. Bisher sind spezielle Beobachtungen darüber nur aus 1 Jahre (1904) zugänglich, und zeigte sich dieses Jahr als ein Jahr mit nicht-schwerem Roste und mit einer Rekordernte von Weizen. Als maßgebend für ein solches Jahr sind die dabei erhaltenen Ziffern jedoch immer von einem großen Interesse. Das Untersuchungsmaterial (rostige Strohproben) war von einem bedeutenden Gebiet im nördlichen und zentralen Indien eingesammelt worden, im ganzen von 22 verschiedenen Lokalitäten. Eine genaue Durchmusterung der eingegangenen Proben gab folgendes Resultat. Der Rostigkeitsgrad war:

	Zahl der Strohproben mit Rostigkeitsgrad			
	I	II	III	IV
Von <i>Puccinia graminis</i> .	54	36	43	26
„ „ <i>glumarum</i>	19	22	10	16
„ „ <i>triticea</i> .	13	1	8	1

<sup>1)</sup> Ich hoffe, bei anderer Gelegenheit auf andere, im vorliegenden Berichte gegebene Beiträge zur Lösung der Getreiderostfrage ausführlicher zurückzukommen.

Man könnte vielleicht nach diesen Ziffern geneigt sein, dem Schwarzroste eine Hauptrolle unter den 3 Rostarten zuzuerkennen. Dies wäre jedoch kaum berechtigt. Erstens ist zu bemerken, daß die Weizenernte des betreffenden Jahres, trotz des scheinbar starken Schwarzrostangriffes, eine Rekordernte wurde. Zweitens muß beachtet werden, welche Zerstörungsfähigkeit gegenüber der Weizenpflanze, nach älterer sowie neuerer Erfahrung, dem Schwarzrostpilze in Indien in der Tat zukommt. In voller Übereinstimmung mit den Wahrnehmungen früherer Beobachter (A. Barclay, I, und D. Cunningham & D. Prain, I) erklären nämlich die neueren Forscher (Butler, I, S. 13; Butler & Haymann, I, S. 27), daß *Puccinia graminis*, „though the most formidable outwardly from the manner in which it scars and ruptures the attached tissues, is the least damaging to the grain“.

Entschieden sicherer als die wirkliche ökonomische Bedeutung des Schwarzrostes für die indische Weizenproduktion läßt sich, nach den uns jetzt vorliegenden Untersuchungsergebnissen, die Spezialisierung dieser Pilzart, sowie die allgemeine Natur derselben, beurteilen. Was die uns hier am nächsten interessierende Spezialisierungsfrage betrifft, so finden wir bedeutende Abweichungen von den Verhältnissen in Europa und Nordamerika. Von den in diesen Ländern vorkommenden 3 oder 4 spezialisierten Schwarzrostformen fällt die eine, f. sp. *Avenae*, für Indien ganz weg. Was die Form auf Roggen, f. sp. *Secalis*, anbelangt, so wird sie sehr selten wahrgenommen, infolgedessen man davon fast nichts weiß. Unter solchen Umständen können wir also auch diese Form außer Acht lassen. Nach dieser Reduzierung bleibt uns nur übrig die Form, eventuell die Formen des Weizens und der Gerste, in Betracht zu ziehen. Sind diese Formen untereinander getrennte spezialisierte Formen, oder können sie als eine und dieselbe spezialisierte Form betrachtet werden?

Um diese Frage klarzustellen, führten Butler & Haymann (I, S. 43) im Jahre 1904 (März—April) eine Reihe von Infektionsversuchen aus, deren Resultate aus folgender Zusammenstellung ersichtlich sind:

Infektionsversuche mit *Uredo graminis* in Indien,  
im Jahre 1904 ausgeführt.

Uredosporenmaterial		Zahl der Versuche	Zahl der infizierten Pflanzen	Resultat Zahl der kranken Pflanzen
von	auf			
Hordeum vulgare . .	Triticum vulgare . .	1	10	2?
„ „ . .	Hordeum vulgare . .	1	4	3
Triticum vulgare . .	„ „ . .	3	16	4 (+ 1?)

Andere Versuche, als diese mit den Pilzformen in ihrem Uredostadium, hat man in Indien nicht ausführen können, da es bis jetzt nicht gelungen ist, die Teleutosporen zur Keimung zu bringen (Butler & Haymann, I, S. 28), und also keine Infektionsversuche mit den Pilzformen in ihrem Teleutostadium arrangiert werden konnten. Unmöglich war es auch, Sporenmaterial von *Aecidium Berberidis* für solche Infektionsversuche aus dem Freien zu bekommen, da ein solches Entwicklungsstadium der Schwarzrostformen der Getreidearten, nach einstimmiger Erfahrung sämtlicher Spezialforscher, in Indien ganz fehlt, und da folglich der Schwarzrost-

pilz hier sicher („as certain as anything can be“) darauf angewiesen ist, ohne *Aecidium* von einem Jahre bis zum anderen fortzuleben (Butler, II, S. 26; Butler & Haymann, I, S. 21).

Nach den vorliegenden Versuchen zu schließen, hat man also in Indien nur mit einer spezialisierten Form des Getreideschwarzrostes zu rechnen. Mit Rücksicht, teils auf das häufigere Vorkommen, teils auf die, wie es scheint, größere Vitalität der auf Weizen wachsenden Form, dürfte man diese Form f. sp. *Tritici* nennen können. Sie befällt Weizen und Gerste, läßt aber den Hafer vollständig intakt.

Inwiefern neben dieser Form auf Weizen und Gerste noch andere spezialisierte Formen von Schwarzrost an wildwachsenden Gräsern in Indien existieren, läßt sich noch nicht entscheiden<sup>1)</sup>.

#### e) Transvaal.

Im Jahre 1911 publizierte I. B. Pole-Evans (I) die Resultate einer vierjährigen Untersuchung über die in Transvaal (Südafrika) auftretenden Getreideroste. Diese sind folgende: 1. *Puccinia graminis* auf Weizen, Gerste, Hafer und Roggen; 2. *P. triticea* auf Weizen; 3. *P. coronifera* auf Hafer; und 4. *P. dispersa* auf Roggen.

Unter diesen Rostspezies ist der Schwarzrost die meist zerstörende. Er fehlt selten auf einem Felde von Sommergetreide. Er gedeiht am besten und verheert am schwersten in heißen und dürrer Perioden. Er wird da oft so kräftig entwickelt, daß die Pflanzen von den Uredopusteln vollständig rot werden. Dieselbe Spezies wird hier auch auf *Dactylis glomerata*, *Lolium temulentum* und *Festuca elatior* wahrgenommen. In Südafrika ist kein *Aecidium*stadium des Pilzes beobachtet worden, sondern nur die Uredo- und Teleutostadien. Alle Versuche, die Teleutosporen zur Keimung zu bringen, waren umsonst.

Durch zahlreiche ausgeführte Infektionsversuche konnte Pole-Evans für Südafrika 3 spezialisierte Formen von *P. graminis* feststellen: 1. f. sp. *Secalis* auf Roggen und Gerste, nicht aber auf Weizen und Hafer, 2. f. sp. *Tritici* auf Weizen und Gerste, nicht aber auf Roggen und Hafer, und 3. f. sp. *Avenae* auf Hafer, nicht aber auf Weizen und Gerste.

#### f) Uruguay.

Auch in Uruguay, sowie in den angrenzenden Teilen von Argentina und Südbrasilien, zeigt nach G. Gassner (II, S. 313) der Schwarzrostpilz in seiner Formenbildung wesentliche Abweichung von derjenigen in Europa und in Nordamerika.

Unter den in Uruguay gebauten Getreidearten (Gassner, I) nimmt neben dem Mais der Weizen die erste Stelle ein. Danach kommt mit Rücksicht auf den Kulturumfang die Gerste, die ausschließlich zu Futterzwecken gebaut wird. Folgt so der Hafer, der in letzter Zeit mehr und mehr als Futterpflanze Verbreitung gefunden hat. Im geringsten Umfang wird der Roggen kultiviert.

<sup>1)</sup> Eine in der Literatur oft wiederkehrende Angabe, daß A. Barclay (I, 47) im Jahre 1892 *Aecidien* auf *Berberis Lycium* aus den Teleutosporen einer schwarzrostähnlichen Pilzform an einer wilden Grasart in Simla erzogen hat, ist später nicht bestätigt worden.

Von der auf dem Mais häufigen *Puccinia Maydis* abgesehen, finden sich in Uruguay auf dem Getreide stets nur die folgenden 3 Rostarten: *Puccinia graminis*, *P. triticea* und *P. coronifera*. Die erste dieser Rostarten, die einzige, die hier in Betracht kommt, ist in Uruguay und den benachbarten Ländern auf allen Getreidearten (Weizen, Gerste, Hafer und Roggen) und außerdem auf einer Anzahl anderer Gräser nachgewiesen worden. Die Hauptwirtspflanzen sind Weizen und Gerste. Weniger davon befallen ist der Hafer, und auf Roggen tritt der Schwarzrost im La Platagebiet nur ganz ausnahmsweise und vereinzelt auf, ja so selten, daß diese Getreideart als fast völlig resistent gegen den Pilz bezeichnet werden kann.

Unter den sonstigen, schwarzrostbefallenen Grasarten kommt hier in erster Linie *Lolium temulentum*, das teils zu Grünfutterzwecken, viel angebaut wird, teils als Unkraut in Weizen und auch sonst in verwildertem Zustand sehr häufig ist. Diese Grasart ist im allgemeinen sehr stark, oft sogar noch stärker als Weizen und Gerste, vom Pilze befallen, infolgedessen man dieselbe als einen der Hauptträger des Schwarzrostes in den dortigen Gegenden betrachten kann, etwa wie in vielen Ländern Europas *Triticum repens*. Auch *Lolium perenne* und *L. multiflorum* tragen vielfach Schwarzrost, jene Art häufiger und in einigen Fällen stark, diese Art nur sehr selten. Die neuerdings als Futterpflanze eingeführte *Dactylis glomerata* findet man ziemlich regelmäßig und oft recht stark mit Schwarzrost behaftet. Auf *Alopecurus pratensis* wurde Schwarzrost seltener beobachtet, nur in einem Falle sehr stark, und auf *Phleum pratense* ein einziges Mal. Damit ist die Liste der am Platze schwarzrostigen Grasarten erschöpft. Die Ergebnisse sind in untenstehender Tabelle 11 zusammengestellt:

Tabelle 11. *Puccinia graminis* auf Getreide- und Grasarten in Uruguay nach G. Gassner.

Getreide- und Grasarten	Die Intensität des Rostbefalls
<i>Triticum vulgare</i> . . . . .	
<i>Hordeum vulgare</i> . . . . .	
<i>Avena sativa</i> . . . . .	Auf einheimischem „Uruguayhafer“, selten im Te-leutostadium; auf europäischen, neu importier-ten Hafersorten und nur im Uredostadium.
<i>Secale cereale</i> . . . . .	Nur auf europäischen Roggensorten am Versuchs-felde; nichts auf den seltenen Äckern einheimi-schen Roggens.
<i>Lolium temulentum</i> . . . . .	Sehr stark.
„ <i>perenne</i> . . . . .	Ziemlich stark.
„ <i>multiflorum</i> . . . . .	Schwach.
<i>Dactylis glomerata</i> . . . . .	Ziemlich stark.
<i>Alopecurus pratensis</i> . . . . .	Schwach.
<i>Phleum pratense</i> . . . . .	Sehr schwach.

Als frei von Schwarzrost in den Jahren 1907—1910 bezeichnet Gassner (II, S. 313) folgende Grasarten:

*Aircaespitosa*, *A. flexuosa*, *Agrostis alba*, *A. vulgaris*, *Anthoxanthum aristatum*, *A. odoratum*, *Avena elatior*, *A. flavescens*, *Bromus arvensis*, *B. erectus*, *B. mollis*, *B. se-*

*calinus*, *Cynosurus cristatus*, *Festuca elatior*, *F. heterophylla*, *F. ovina*, *F. pratensis*, *F. frigida*, *F. rubra*, *Holcus lanatus*, *H. mollis*, *Phalaris arundinacea*, *Poa annua*, *P. nemoralis*, *P. pratensis* und *P. trivialis*,

d. h. im ganzen 26 Spezies, und zwar im allgemeinen solche Spezies, die sich in Europa schwarzrostempfindlich gezeigt haben.

Seine Studien über den Schwarzrost, sowie über die Getreideroste im allgemeinen, in Uruguay machte Gassner in den Jahren 1906—1909 teils an Getreidefeldern in verschiedenen Teilen des Landes, wo einheimische Getreidesorten in Großkulturen vorkamen, teils auf einem besonders angeordneten Versuchsfelde Montevideo-Sayago, auf welchem verschiedene Getreidesorten, die direkt aus Europa (meistenteils aus Deutschland) importiert waren, auf kleinen Versuchspartzen mit kontinuierlichen Saaten vom Ende des Jahres 1908 bis Anfang des Jahres 1910 1- oder 2mal monatlich — den Monat Juni ausgenommen — geprüft wurden, teils endlich an verwilderten oder aus abgefallenen Getreidekörnern erwachsenen Getreidepflanzen in der Umgebung des Versuchsfeldes.

Da für die Beurteilung der Formenbildung, eventuell Spezialisierung, des Schwarzrostes in Uruguay selbstverständlich nur die Beobachtungen an den seit vielen Jahren im Lande angebauten Getreidesorten maßgebend sind und folglich hier in Betracht kommen können, sehe ich von den Studien an dem Versuchsfelde Montevideo-Sayago in diesem Zusammenhange vollständig ab, und beschränke mich nur auf die Ackerfelder in den verschiedenen Teilen des Landes<sup>1)</sup>.

Was zuerst den Weizenschwarzrost betrifft, so ist folgendes zu bemerken: In den Jahren 1906—1909 waren die Weizenfelder Uruguays bis zur Erntezeit im Dezember in der Regel frei von Schwarzrost. Ausnahmen davon bildeten im Jahre 1908 nur 3 Felder, davon 1 in West-Uruguay (Colonia) und 2 in Nord-Uruguay (Melo), und im Jahre 1909 nur 1 Feld, etwa 30 km östlich von Montevideo. Man kann daraus schließen, daß die ökonomische Bedeutung des Schwarzrostes in den betreffenden Jahrgängen für die Weizenkultur in Süd-Uruguay (Montevideo mit Umgebungen) gar keine und für dieselbe in westlich und nördlich davon belegenen Kulturdistrikten nur eine geringe gewesen ist, und zwar um so mehr, als sein Auftreten so spät (im Dezember) konstatiert wurde, daß man von einer ernsthaften Gefährdung der Ernte nicht sprechen kann<sup>2)</sup>.

An solchen Gerstenfeldern, die während des Winters zu Futterzwecken geschnitten wurden und dann sich von neuem bestockten und im Dezember eine Körnerernte gaben, wurde in den Jahren 1907—1910 Schwarzrost nie beobachtet, weder an den im Herbst bereits vorhandenen Keimpflanzen, noch späterhin bis zur Ernte. Diejenigen Gerstenfelder dagegen, welche bis zum Dezember nicht geerntet wurden, oder erst im späten Frühjahr besät worden waren, zeigten bei Montevideo im Sommer 1907/08 von Ende Dezember ab und im Sommer 1909/10 von Anfang desselben Monats ab in der Regel schweren Schwarzrost.

Die Beobachtungen an Haferfeldern, auf welchen nur der „Uruguayhafer“ angebaut wird, zeigten in allen Jahren vollständiges Fehlen von

<sup>1)</sup> Auf eine nähere Betrachtung der auf dem Versuchsfelde von Gassner ausgeführten Studien beabsichtige ich, in anderem Zusammenhange bei anderer Gelegenheit einzugehen.

<sup>2)</sup> Die hauptsächlichste Beschädigung der uruguayischen Weizenernte wird durch *Puccinia triticea* hervorgerufen.

Schwarzrost in der Zeit vom Mai bis Dezember. Nach dieser Zeit werden immerhin die Haferfelder seltener, da diese meistens für Futterzwecke geschnitten worden sind, und nachher nur als Weideschläge fortdauern. Infolgedessen liegen für die Zeit von Dezember bis April nur wenige Beobachtungen vor. So wurde im Januar 1908 an Haferfeldern im Westen von Uruguay nur ein fast mittelstarker Befall vom Pilze festgestellt und im Februar desselben Jahres nur ein ähnlicher Befall westlich von Montevideo. Im Jahre 1909 zeigten im März und April kümmerlich stehende Hafereschläge, die zu Weidezwecken gedient hatten, östlich von Montevideo ziemlich starkes Auftreten des Pilzes, und Ende Dezember desselben Jahres wurde auf einem Haferfelde in der Umgegend Montevideos ein schwacher bis mittelstarker Befall davon festgestellt. Endlich im Jahre 1910 wurde in derselben Gegend in der Zeit von Januar bis April ein derartiger Befall beobachtet. Als bemerkenswert wird von G a s s n e r hervorgehoben, daß das Auftreten des Teleutostadium des Pilzes ungleich seltener beobachtet wurde, als auf Weizen und Gerste.

Weder in Uruguay noch in dem benachbarten Argentinien und Südbrasilien scheint Feldkultur von Roggen getrieben zu werden. Nur einmal, am 11./11. 1909, wurde im Osten Uruguays ein kleines Roggenfeld angetroffen, das völlig rostfrei war.

Nach dieser Orientierung über die in Uruguay kultivierten Getreidearten und die an denselben vorkommenden Schwarzrostformen wollen wir auf die Spezialisierungsverhältnisse dieser Formen soweit die Verhältnisse nach den von G a s s n e r (II, S. 314) in den Jahren 1908—1910 ausgeführten Infektionsversuchen beurteilt werden können, näher eingehen.

Da das Aecidienstadium des Pilzes, *Aecidium Berberidis*, nie in Uruguay angetroffen wurde und auch keine Wirtspflanze dieses Stadiums dort vorkommt, so beziehen sich alle von G a s s n e r ausgeführten Infektionsversuche mit dem Schwarzroste auf das Uredostadium des Pilzes.

Die Infektionsversuche wurden in geschlossenem Raume ausgeführt. Die Versuchspflanzen fanden sich in Töpfen und wurden nach der Infizierung unter Glasglocken gehalten. Die Weizenpflanzen waren Heines Kolben-Sommer-Weizen, die Gerstenpflanzen Svalöfs Hannchen- und Heines Hanna-Gersten, die Roggenpflanzen Petkuser Sommer-Roggen und die Haferpflanzen Uruguay-Hafer. Das Alter der Pflanzen wechselte zwischen 2 und 3 Wochen. Jede Versuchsreihe umfaßte 2 oder 4 Pflanzen, und jede Pflanze wurde an mindestens 3 Stellen infiziert. Die Keimfähigkeit des verwendeten Uredosporenmaterials war in jedem Falle mikroskopisch konstatiert worden. Die Versuchsdauer betrug bei positivem Ergebnis 10—17 Tage, bei negativem 3 Wochen. Nach Abnahme der Glocken wurden indessen die Pflanzen noch 5 Tage beobachtet, so daß die Gesamtbeobachtungsdauer fast 4 Wochen betrug.

Über die Herkunft des beim Infizieren verwendeten Sporenmaterials wird von G a s s n e r nichts geäußert. Man kann sich hier zwei Möglichkeiten denken. Es stammte dieses Material entweder von den mit einheimischen Getreidesorten bestellten Ackerfeldern, in verschiedenen Teilen des Landes, oder von den mit allerlei neuimportierten europäischen, meistens deutschen, Kulturvarietäten bebauten Parzellen des Versuchsfeldes in Montevideo-Sayago. Wenn man bedenkt, daß, infolge teils der mehr oder weniger großen Entfernung der Ackerfelder, teils des spärlichen Vorkommens von Schwarzrost auf diesen Feldern, frisches Sporenmaterial von diesen

schwer zugänglich gewesen sein muß, während solches Material durch die kontinuierlichen Saaten vom Versuchsfelde fast stets zur Verfügung stand, so dürfte es sehr wahrscheinlich, wenn nicht ganz sicher, sein, daß das Infektionsmaterial von dem Versuchsfelde geholt wurde. Auf diesem Felde wuchsen, wie aus den Gassnerschen Tabellen (Gassner, II, S. 344 usw.) hervorgeht, von Weizen, Gerste und Roggen ausschließlich neuimportierte, europäische Sorten, und zwar Heines Kolben-Weizen (Tab. 1), Svalöfs Hannchen-Gerste (Tab. 2) und gewisse europäische Roggensorten (Tab. 5). Bei allen Infektionsversuchen, in welchen Sporenmaterial dieser 3 Getreidearten einging, dürfte die Quelle des Materials an europäischen Kulturvarietäten zu suchen sein. Nur für die Infektionsversuche mit Sporenmaterial, von Hafer stammend, scheint eine Ausnahme vorzuliegen, da die mit dem europäischen Beseler-Hafer (Tab. 3) bestellten Parzellen fast ausschließlich *Uredo coronifera* aufwies, die mit Uruguay-Hafer (Tab. 4) bestellten aber in reichlicher Menge sowohl *Uredo graminis* wie *U. coronifera*. In den mit Sporenmaterial von Hafer ausgeführten Infektionsversuchen muß man also eine Herkunft des Sporenmaterials aus uruguayischen Pflanzen voraussetzen.

Für Gassner, der jeden Krankheitsausbruch, sogar den zu allererst eintretenden, aus äußeren, durch die Luft irgendwoher, vielleicht von anderen Ländern, ja Weltteilen, zugeführten Ansteckungsstoffen erklären will, ist es ganz bedeutungslos, ob das benutzte Sporenmaterial aus einheimischen, seit Jahrzehnten, vielleicht Jahrhunderten, im Lande kultivierten und den dort herrschenden klimatischen Verhältnissen angewöhnten, oder ob es aus neuimportierten, von fremden Ländern stammenden Wirtsindividuen geholt wird. Im einen wie im anderen Falle hätte man es, nach ihm, mit in biologischer sowie morphologischer Hinsicht vollständig identischen Sporen zu tun. Für mich stellt sich die Sache ganz anders. Auf Grund zahlreicher, durch Jahrzehnte fortgesetzter Beobachtungen und Untersuchungen bin ich zur vollen und festen Einsicht gelangt, daß die Hauptquelle des Krankheitsausbruches, und zwar vor allem der ersten (primären) Rostpusteln, in einer innerhalb der Pflanze selbst existierenden, von der Mutterpflanze vererbten, bis zum Krankheitsausbruche latenten Plasmasymbiose zwischen der Wirtspflanze und dem Pilze zu suchen ist.

Im Anschluß an diese allgemeine Auffassung kann ich die an einer bestimmten Lokalität, hier auf dem Versuchsfelde Montevideo-Sayago, produzierten Uredosporen europäischer und uruguayischer Wirtsindividuen nicht ohne weiteres als in biologischer Hinsicht einander vollständig deckend betrachten. Wie die in verschiedenen Ländern produzierten Samen einer und derselben Pflanzenspezies in der Regel mehr oder weniger verschiedene Eigenschaften in betreff des Wachstums, der Reifezeit, der Ausdauer, des Widerstandes gegen Parasiten usw. bei den aus dem Samen gezogenen Pflanzen besitzen, so muß man auch den in verschiedenen Ländern an Individuen einer und derselben Nährpflanzenspezies entwickelten, morphologisch gleichen und gleichnamigen Pilzen nebst ihren Sporen mehr oder weniger verschiedene Eigenschaften biologischer Natur zuerkennen.

In einem oben besprochenen Spezialfalle habe ich dies konstatieren können. Als ich in den Jahren 1903 und 1904 Infektionsversuche mit Teleutosporenmaterial des Haferschwarzrostes aus dem europäischen Kontinente (Ungarn, Österreich, Baden und Ostpreußen) auf dem Experimental-fältet ausführte, erfuhr ich, daß dieses Material in der ersten, aecidienge-

borenen Uredogeneration insofern vom entsprechenden schwedischen Materiale abwich, daß jenes nicht nur Hafer (70—100 Proz.), sondern auch Gerste (15—30 Proz.) befiel, während das schwedische durchgehends nur Hafer ansteckt. Aber ich erfuhr gleichzeitig, daß die besondere Eigenschaft des kontinentalen Haferrostes, das Ansteckungsvermögen gegenüber der Gerste, schon in der nächsten, uredogeborenen Generation fast erloschen war.

Sind die hier gemachten Betrachtungen richtig, so verlieren die Gassnerschen Infektionsversuche in nicht unwesentlichem Teile ihre Bedeutung als Beweise für die Spezialisierung des Schwarzrostes in Uruguay. Sie sind beweiskräftig nur für die Fälle, in welchen das Sporenmaterial von Hafer (Uruguay-Hafer) stammte. In den übrigen Versuchen arbeitete Gassner mit Sporenmaterial von Pilzformen, welche ihre innewohnenden Eigenschaften während der Kultur in Europa erworben hatten, nicht aber mit unter dem Einflusse des uruguayischen Klimas ausgebildeten Material.

Nach dieser Reservation betreffs der Beweiskraft der Gassnerschen Infektionsversuche im allgemeinen gebe ich hier eine Zusammenstellung (Tabelle 12) über diese Versuche und ihre Resultate:

Tabelle 12. Infektionsversuche mit *Uredo graminis* in Uruguay in den Jahren 1908—1910 ausgeführt.

Nr.	Tag	Infektionsmaterial von	Infizierte Pflanzen	Zahl der Infektionsstellen	Resultate		
					+	(+)	—
1	25. 4. 08	Triticum vulgare	Hordeum vulgare .	14	.	.	14
2	23. 3. 09	" "	" "	18	6	.	12
3	9. 1. 10	" "	" "	16	9	.	7
4	5. 5. 09	" "	Triticum vulgare .	14	.	.	14
5	5. 5. 09	" "	Lolium temulentum	12	.	3 <sup>1)</sup>	9
6	9. 1. 10	" "	Avena sativa . . .	16	.	.	16
7	26. 1. 10	" "	Secale cereale . . .	12	.	.	12
8	25. 4. 08	Hordeum vulgare	Triticum vulgare .	16	.	4 <sup>1)</sup>	12
9	22. 3. 09	" "	" "	18	15	.	3
10	5. 5. 09	" "	" "	12	.	.	12
11	9. 1. 10	" "	" "	16	14	.	2
12	20. 5. 08	Avena sativa . .	Triticum vulgare .	12	.	.	12
13	9. 1. 10	" "	" "	16	15	.	1
14	26. 1. 10	Secale cereale . .	" "	12	12	.	.
15	28. 4. 08	Phleum pratense	" "	20	.	.	20
16	20. 5. 08	Dactylis glomerata	" "	12	.	.	12
17	1. 2. 10	" "	" "	12	10	.	2
18	20. 5. 08	" "	Hordeum vulgare .	12	.	.	12
19	5. 5. 09	Lolium temulentum	Triticum vulgare .	12	.	.	12
20	1. 2. 10	" "	" "	12	9	.	3

Es muß beim ersten Blick auf diese Tabelle auffällig vorkommen, daß eine ungewöhnlich große Zahl der Versuche negative Ergebnisse geliefert hat. Wie ist dieses zu erklären? Im Anschluß an eine Aussage von P. Magnus, daß, „so wichtig Impfversuche mit positiven Resultaten sind, es doch mißlich ist, auf negative Resultate der Impfungen ein zu großes Gewicht zu legen“, verweist Gassner (II, S. 315) teils auf die am Schluß seiner Arbeit angeführten Tabellen, nach welchen „die negativen Ergebnisse für die

<sup>1)</sup> Flecken, aber keine Pusteln.



Frage der Spezialisierung des Pilzes nicht verwertbar“ sein sollten, teils auf eine spätere Veröffentlichung über eine „im La Platagebiet beobachtete Abhängigkeit des Auftretens dieses Rostpilzes sowohl vom Entwicklungsstadium der Nährpflanze wie von klimatischen Faktoren“, welche Beobachtung „einen ausgezeichneten Beweis für die Berechtigung der von Magnus ausgesprochenen Bemerkungen erbringen“ sollte. Er meint also, daß er hiermit das häufige Mißlingen der Impfungen in befriedigender Weise erklärt habe.

Ich nehme an, daß G a s s n e r hier auf die Tabellen 1—5 (S. 344—377) seiner Arbeit und auf die in einer kurz danach erschienenen Arbeit (G a s s n e r, III) an diese Tabellen angeknüpften allgemeinen Betrachtungen über die verfochtene Abhängigkeit des Krankheitsausbruches von gewissen äußeren Faktoren hingezielt hat, und ich habe deshalb die Tabellen, wie auch den zugehörigen Text, näher studiert. Auf Grund dieses Studiums bin ich sehr bereit, die zahlreichen Beobachtungseinzelheiten, die in den betreffenden Tabellen mitgeteilt worden sind und die von einem anerkennenswerten Fleiße des Beobachters zeugen, hoch zu schätzen. Weiter bin ich jedoch nicht gekommen. Weder in den Tabellen selbst, noch im zugehörigen Texte, habe ich eine Erklärung für das häufige Ausbleiben von Ausschlägen in den G a s s n e r'schen Infektionsversuchen herausfinden können<sup>1)</sup>.

Es sind, meines Erachtens, gewisse andere Faktoren, die hier in Betracht kommen können, welche aber G a s s n e r nicht berührt. Eine vieljährige Erfahrung hat mich gelehrt, daß es für das Gelingen künstlicher Infektionen erforderlich ist, 1. daß das verwendete Sporenmaterial eine gute Keimfähigkeit besitzt; 2. daß die für die Infizierung ausgewählten Pflanzenindividuen (resp. Organe) nicht nur dem Kreise der gegenüber dem vorliegenden Pilze empfänglichen Pflanzenspezies angehören, sondern auch, daß sie ziemlich jung und voll turgeszent sind; 3. daß die infizierten Pflanzen nach der ausgeführten Impfung nicht länger als notwendig — wenn es Getreide- oder Graspflanzen gilt, nicht länger als 2—3 Tage — in geschlossenem Raume unter Glasglocken gehalten werden; und 4. daß die Infektion zu einer Jahreszeit stattfindet, in welcher die Lebensenergie und das Ansteckungsvermögen der Sporen am größten sind.

Wie war es in dieser Hinsicht mit den G a s s n e r'schen Versuchen bestellt?

In einem für Ansteckung unfähigen Sporenmaterial kann man den Grund der negativen Resultate nicht suchen, da G a s s n e r erklärt, daß „die Keimfähigkeit des verwendeten Uredosporenmaterials in jedem Falle mikroskopisch untersucht und festgestellt worden war“, und da betreffs der Versuchspflanzen angegeben wird, daß diese 2 bis 3 Wochen alt waren, kann man auch in einem ungeeigneten Alter der Versuchspflanzen die Ursache des häufigen Mißlingens nicht argwöhnen. Dieses Mißlingen muß unzweifelhaft anderen Ursachen zugeschrieben werden.

Über die Turgeszenz der infizierten Pflanzen wird im Berichte nichts geäußert, da aber G a s s n e r sagt, daß „längere Versuchsdauer (als bei positivem Ergebnis 10—17 Tage, bei negativem 3 Wochen) im Hinblick auf

<sup>1)</sup> Auf die von G a s s n e r in den hier zitierten sowie in anderen neueren Veröffentlichungen durchgeführte Ausnutzung der gewonnenen Beobachtungs- und Versuchsergebnisse, sowie auf die von ihm darauf gebauten allgemeinen Betrachtungen über die Getreideroste, ihre Entstehung und ihre Verbreitung, hoffe ich bei anderer Gelegenheit eingehender zurückzukommen.

die Entwicklung der Pflanzen und die Größe der Glasglocken nicht möglich war“, so muß man annehmen, daß die infizierten Pflanzen während einer unnatürlich langen Zeit mit Glasglocken überdeckt geblieben sind, und infolgedessen das Wachstum eines eventuell hineinwachsenden Mycels unterdrückt worden ist. Ich nehme an, daß im langen Feuchthalten der Versuchspflanzen ein mitwirkender Faktor für das häufige Ausbleiben der Krankheitsausschläge zu suchen ist.

Die Hauptquelle des wechselnden Glücks bei den verschiedenen Infektionsversuchen dürfte jedoch, meines Dafürhaltens, anderen Versuchsfaktoren, dem Jahrgange und der Jahreszeit, in welchen die Versuche ausgeführt wurden, zugeschoben werden können.

Wenn man die Versuchsdata, wie diese in der oben gegebenen Tabelle 12 zusammengestellt worden sind, näher betrachtet, wird man finden, daß die negativen Ergebnisse wesentlich auf die 2 ersten Versuchsjahre (1908 und 1909) und die positiven wesentlich auf das letzte Versuchsjahr (1910) kommen. Negativ waren also sämtliche Versuche des Jahres 1908 (am 25./4. in Nr. 1 und 8; am 28./4. in Nr. 15; und am 20./5. in Nr. 12, 16 und 18), sowie im Jahre 1909 die am 5./5. ausgeführten Versuche (Nr. 4, 5, 10 und 19). Aus demselben Jahre (1909) liegt aber auch ein Infektionsdatum, 22./3., mit positiven Resultaten vor (Nr. 3 und 9). Von dem letzten Versuchsjahre (1910) findet man überwiegende positive Ergebnisse, und zwar am 9./1. 3 positive (Nr. 3, 11 und 13) und 1 negatives (Nr. 6); am 26./1.: 1 positives (Nr. 14) und 1 negatives (Nr. 7); und am 1./2.: 2 positive Versuche (Nr. 17 und 20).

Unter den Versuchen des letzten Jahres (1910) wurden die 2 negativen mit Uredosporenmaterial von Weizen auf Hafer (Nr. 6) und auf Roggen (Nr. 7) ausgeführt. Da die letztgenannten beiden Getreidearten in Uruguay im Freien von Schwarzrost nur sehr selten befallen werden, war von den betreffenden Versuchen von vornherein kaum etwas Positives zu erwarten, und es scheint mir deshalb nicht unbefugt, von diesen beiden Versuchen abzusehen.

Besondere Aufmerksamkeit verdienen die Versuche des mittleren Versuchsjahres (1909). Man findet, daß die Versuche des früheren Datums, des 22./3. (von Weizen auf Gerste und von Gerste auf Weizen), positiv, aber diejenigen des späteren Datums, des 5./5. (von Weizen auf Weizen und auf *Lolium temulentum*, von Gerste auf Weizen und von *Lolium temulentum* auf Weizen), negativ ausgefallen sind.

So erhebliche Widersprüche zwischen 2 umfassenden Versuchsserien, wie die hier besprochenen, lassen sich, nach meiner Meinung, nicht mit einem einfachen Verweisen auf die von G a s s n e r zitierte Aussage von M a g n u s betreffs der Deutung und der Schätzung mißlungener Impfungen ohne weiteres abfertigen. Die zitierte Aussage von M a g n u s dürfte einer anderen Art von Mißschlägen gelten, und zwar solchen, welche jedermann, der sich eine längere Zeit mit Infektionsarbeiten beschäftigt hat, zufällig an einzelnen Pflanzen in sonst gelungenen Infektionsserien antrifft, ohne dieselben aufklären zu können. Da ganze Serien von analogen Versuchen das eine Mal durchgehend negativ, das andere Mal aber durchgehend positiv ausfallen, so muß man sich angelegen sein lassen, einen bestimmten Grund für dieses Phänomen herauszufinden.

In der Tat findet man auch in dem von G a s s n e r gegebenen Bericht Ausgangspunkte oder Leitfäden für eine eventuelle Erklärung des Rätsels.

Einerseits ist zu bemerken, daß die positiven Versuche des Jahres 1910 auf die Zeit vom 9./1. bis 1./2. und dieselben des Jahres 1909 auf Ende März (22./3.) treffen, die negativen dagegen auf die Monate April (1908, 25./4. und 28./4.) und Mai (1908, 20./5. und 1909, 5./5.), d. h. die in den Monaten Januar—März vorgenommenen Infektionen positiv, die nach dieser Zeit ausgeführten dagegen negativ ausgefallen sind.

Andererseits bringt ein näheres Studium der G a s s n e r'schen Tabellen über die kontinuierlichen Saaten auf dem Versuchsfelde Montevideo-Sayago zu unserer Kenntnis, daß nach Ende März an den bis dahin reinen Versuchspartellen kein Ausbruch von Schwarzrost, weder auf Weizen noch auf Gerste, stattgefunden hat. So wurde auf Weizen Schwarzrost an der Saat des 28./12. 1908 vom 15./3. bis 16./6., an derjenigen des 30./1. 1909 vom 15./3. bis 14./7. und an derjenigen des 22./2. 1909 vom 15./3. bis 12./4., aber nicht nachher, beobachtet, während alle späteren Saaten, von derjenigen am 22./3. gerechnet, bis November oder Dezember rein standen, und zwar obgleich reichliches Uredosporenmaterial des Pilzes an nebenanwachsenden Weizenpartellen zugänglich war. Ebenso trifft man an den Gerstenpartellen des Feldes Schwarzrostpusteln an der Saat des 28./12. 1908 vom 15./3. bis 30./3., an derjenigen des 30./1. 1909 vom 15./3. bis 13./7. und an derjenigen des 25./2. vom 15./3. bis 30./3., nicht aber später, während alle späteren Saaten sich wenigstens bis zum Dezember rein hielten.

Aus der also nachgewiesenen Analogie zwischen den Resultaten der Infektionsversuche einerseits und derjenigen der Versuchsfeldstudien andererseits dürfte man schließen können, daß die Monate April und Mai, d. h. der Zeitabschnitt, in welchem die Vegetation sich für die bald eintretende Kälteperiode (Juli—August) vorbereitet, für das Gedeihen des Pilzes, speziell für das Aufrechterhalten der Ansteckungsenergie seiner Uredosporen, so ungünstig sind, daß keine Neuinfektionen weder im Freien noch in Kunstkulturen, stattfinden können.

Aus den jetzt angeführten Gründen halte ich es für nicht unberechtigt, bei der Beurteilung der Spezialisierungsfrage des Schwarzrostes in Uruguay, mit Übergehen der mißlungenen Infektionsnummer, nur diejenigen Versuche Gassners in Betracht zu ziehen, welche positive Ergebnisse brachten. Wie stellt sich nun unter solchen Umständen die Spezialisierung des uruguayischen Schwarzrostpilzes?

Wenn man nur die ganz oder teilweise positiven Versuche berücksichtigt, so stellt sich die Sache so, wie untenstehende Übersicht (Tabelle 13) zeigt:

Tabelle 13. Infektionsversuche mit *Uredo graminis*, mit wenigstens teilweise positiven Resultaten, ausgeführt von P. Gassner in Uruguay.

Uredo graminis übergeführt		Resultate. Zahl der Infektionsstellen	
von	auf	+	—
Triticum vulgare . . . . .	Hordeum vulgare . . . . .	15	19
Hordeum vulgare . . . . .	Triticum vulgare . . . . .	29	5
Avena sativa . . . . .	„ „ . . . . .	15	1
Secale cereale . . . . .	„ „ . . . . .	12	
Dactylis glomerata . . . . .	„ „ . . . . .	10	2
Lolium temulentum . . . . .	„ „ . . . . .	9	3

Aus seinen Versuchen zieht Gassner selbst den Schluß, daß „wir es in der südamerikanischen *Puccinia graminis* mit einer einzigen spezialisierten Form zu tun haben“ und er macht sich viel Mühe zu entscheiden, mit welcher der von anderen Verfassern (Eriksson, Carleton, Butler & Haymann und v. Jaczewski) unterschiedenen Formen die in Uruguay auftretende Form identisch sei. Sie paßt zu keiner jener Formen genau, aber „im Hinblick auf bestimmte, in einer späteren Veröffentlichung darzulegende Tatsachen“ will Gassner „immerhin die Möglichkeit offen lassen, daß die südamerikanische *Puccinia graminis*, trotz der anscheinend bestehenden Differenzen, mit einer der bisher aufgestellten spezialisierten Formen identisch ist“.

Mir scheint es am richtigsten, aus den vorliegenden Versuchsergebnissen zu schließen, daß in Uruguay — von Südamerika im allgemeinen darf man noch nicht sprechen — keine Spezialisierung des Schwarzrostpilzes, soweit bekannt ist, bis jetzt stattgefunden hat, sondern daß man es dort mit einer ungespalteten *Puccinia graminis* zu tun hat<sup>1)</sup>.

#### D. Allgemeine Betrachtungen über die Spezialisierung des Parasitismus, ihre Entstehung und ihre Durchführung, mit besonderer Berücksichtigung des Schwarzrostes.

##### a) Die Abstammung und die Ausbildung der parasitischen Pilzarten und ihrer spezialisierten Formen.

Will man sich von der Entstehung und der Ausbildung spezialisierter Pilzformen eine Auffassung bilden, so dürfte es zweckmäßig sein, als in erster Linie grundlegend die Frage in Betracht zu ziehen, wie die parasitischen Pilzarten überhaupt entstanden sind. Laufen die parasitischen und die saprophytischen Pilzformen von denselben Ursprungsorganismen als zwei parallele Reihen aus, oder ist die eine Gruppe im Vergleich mit der anderen als vorausgehend zu betrachten? Es scheint mir aus vielen Gründen am natürlichsten, sich die Sache so zu denken, daß die saprophytische Lebensweise die primäre, die parasitische dagegen die sekundäre gewesen ist. Zu einer solchen Auffassung kommt man nicht nur durch eine theoretische Erwägung des Entwicklungsverlaufes im Pflanzenreiche im allgemeinen. Dafür sprechen auch wohl bekannte praktische Erfahrungen, sowie auch gewisse neue wissenschaftliche Versuche.

Es kommt in unserer Zeit nicht selten vor, daß Pilzarten, die sich früher als ganz harmlose Saprophyten zeigten, einen veränderten Charakter annehmen und als Parasiten argen Schaden verursachen.

<sup>1)</sup> Im subtropischen Australien hat man nach D. Mc. Alpine (I) folgende 4 Getreideroste: 1. *Puccinia graminis* auf allen 4 Getreidearten (Weizen, Gerste, Roggen, Hafer) und zahlreichen anderen, (16) verschiedenen Gattungen zugehörigen Grasarten; 2. *P. triticea* auf Weizen; 3. *P. simplex* auf Gerste und 4. *P. coronifera* auf Hafer. Die auf viele Millionen Mk. geschätzten jährlichen Verheerungen an den australischen Weizenernten werden wesentlich durch den Schwarzrost hervorgerufen. Die Berberitze kommt in wildem Zustande in Australien nicht vor, und alle bis jetzt gemachten Versuche diesen Strauch damit zu infizieren, waren umsonst. Auch ist keine andere Accidienwirtspflanze entdeckt worden, sondern der Pilz lebt hier, wie in Indien und Uruguay, ohne Accidienstadium fort. Über die Spezialisierung des Schwarzrostes in Australien weiß man nichts, da dort bisher keine Untersuchungen darüber ausgeführt worden sind.

Durch wissenschaftliche Experimente ist aber auch die Entstehung eines Parasiten aus einem Saprophyten in mehreren Fällen nachgewiesen worden. So gelang es G. M a s s e e (I, S. 18) — um hier nur ein Beispiel zu nennen —, bei der saprophytischen Hyphomycetenspezies *Trichothecium candidum* nach der Injektion des Gewebes von *Begonia kewensis* mit einer 2 prozentigen Rohrzuckerlösung ein Ansteckungsvermögen gegenüber dieser Pflanze zu erzeugen und mittels der so gebildeten Pilzsporen auch andere, nicht-injizierte Pflanzen krank zu machen, „After twelve generations of the fungus, educated to grow in living Begonia by means of a chemotactic substance — a solution of cane sugar“ —, sagt M a s s e e, „the faculty of parasitism had been acquired for this particular host-plant“.

In Übereinstimmung mit dieser Anschauungsweise hätte man die Uredineen und die Ustilagineen als die dem parasitischen Leben am längsten angewöhnten, und für ein solches Leben am schärfsten fixierten Pilzgruppen zu betrachten. Dieses stimmt auch gut damit, daß diese Gruppen fast ausschließlich parasitisch lebende Spezies umfassen, sowie auch mit der uralten Geschichte gewisser durch dahingehörige Pilzarten hervorgerufener Pflanzenkrankheiten. Die Geschichte des Rostes und des Brandes des Getreides läßt sich weit über 2000 Jahre zurück verfolgen. Schon Aristoteles (384—322 v. Chr. G.) scheint vom Roste Kenntnis gehabt zu haben, und Numa Pompilius (715—672 v. Chr. G.) stiftete ungefähr um das Jahr 700 v. Chr. G. zur Versöhnung der „Rostgötter“ die sogenannte Robigalia, d. h. jährlich am 25. April wiederkehrende Festlichkeiten, die während etwa 1000 Jahren in dem altrömischen Kultus einen hervorragenden Platz einnahmen.

Gehen wir jetzt von der Entstehung des Parasitismus zu derjenigen der Spezialisierung desselben über, so stehen uns, wie schon E. Fischer (I, S. 55) im Jahre 1903 hervorgehoben hat, zwei Wege offen. „Entweder die Stammform bewohnte nur eine einzige Nährpflanze und die Deszendenten gingen dann nach und nach auf neue Nährpflanzen über, oder die Stammform bewohnte ohne Auswahl alle diejenigen Wirte, auf denen heute deren Deszendenten leben, und die Deszendenten spezialisierten sich im Laufe der Zeit auf einzelne dieser Nährpflanzen“. Wie Fischer, finde auch ich die letzte Alternative am plausibelsten, da dieselbe vorliegende Tatsachen am besten erklärt.

Wenn man die parasitischen Pilzformen aus saprophytischen Vorgängern herleiten will, so ist es unbedingt natürlicher, sich eine omnivore als eine univore Stammform zu denken, da dadurch ein unnatürlich großer Sprung in der Entwicklung vermieden werden kann. Übrigens macht, meines Erachtens, eine solche Stellungnahme es nicht nötig, der omnivoren Stammform jede Fähigkeit, unter Umständen auf noch andere Nährpflanzenarten als die ursprünglichen überzusiedeln, vollständig abzusprechen. Vielmehr kommen solche Neuübergänge bei den vollkommensten Parasitenspezies, ja bei den am schärfsten spezialisierten Formen dieser Spezies, nach und nach zum Vorschein, und zwar sowohl in künstlichen Gewächshauskulturen wie im Freien. Wer sich die Mühe machen will, meine im Laufe der Jahre publizierten Infektionstabellen zu studieren, wird zahlreiche solche Vorkommnisse entdecken können<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Auch K l e b a h n (I, 167) spricht von einer „wechselweise vor sich gehenden Erweiterung und Verengerung des Kreises der Nährpflanzen“, und Fischer (IV, 13) äußert sich in derselben Richtung, wenn er sagt: „Es ist nicht ausgeschlossen, daß

ein Parasit auch ganz unabhängig von der Wirtspflanze Veränderungen seiner Angriffsfähigkeit durchmachen könnte. Warum sollten nicht Fälle von Pleophagie auch so entstanden sein können, daß ein Parasit, der vielleicht während langer Zeit durch Gewöhnung an einen bestimmten Wirt eingeeengt war, nun plötzlich explosionsartig seine Fesseln sprengen und den Kreis seiner Nährpflanzen stark erweitern würde, um sich dann später aufs neue zu spezialisieren.“

Zu derselben Kategorie gehören ohne Zweifel auch mehrere der von M. Carleton (I, S. 63) in Nordamerika gewonnenen positiven Infektionsergebnisse mit verschiedenen Schwarzrostformen — um hier allein die Schwarzrostspezies in Betracht zu nehmen — auch auf solchen Grasarten, die sonst im Freien rein stehen. In der Tat unterscheidet sogar Carleton zwischen wirklichen Wirtsgrasarten („the well established hosts“) einer Pilzform einerseits und solchen Grasarten andererseits, welche man nur aus künstlichen Kulturen angesteckt kennt („the probable hosts“). Zu der ersten Gruppe rechnet er für den Hafer-schwarzrost (*Puccinia graminis* f. sp. *Avenae*):

*Avena sativa patula*, *A. s. orientalis*, *A. s. nuda*, *Dactylis glomerata* und *Avena elatior*; und zu der zweiten Gruppe: *Avena fatua*, *A. Hookeri*, *A. pratensis*, *A. sterilis*, *Koeleria cristata* und *Lolium perenne*.

Ganz außerhalb des Kreises von Wirtsgrasarten stellt Carleton unter den von ihm positiv infizierten Spezies die folgenden:

*Hordeum murinum*, *Agrostis scabra*, *Alopecurus alpestris*, *Ammophila arenaria*, *Bromus ciliatus*, *Eatonia obtusata*, *Holcus mollis*, *Phleum asperum*, *Polypogon monspeliensis* und *Trisetum subspicatum*.

Ähnliche, fast plötzliche und wahrscheinlich nur rein zufällige Übergänge einer Pilzform auf neue Pflanzenspezies trifft man auch nicht selten im Freien. Einen bemerkenswerten derartigen Fall aus eigener Erfahrung will ich hier anführen. Im Spätherbste 1899 machte ich einen Besuch in dem Botanischen Garten in Uppsala, um die dort auf den Grasarten vorkommenden Rostpilzformen zu studieren. Ich fand da in der Grasabteilung auf einem Areale von etwa 200 qm nicht weniger als 12, meistens nur in botanischen Gärten erzogene Grasarten mehr oder weniger stark von Schwarzrost befallen. Diese Spezies waren die folgenden:

*Briza maxima*, *Bromus adoensis*, *B. arvensis*, *B. brachystachys*, *B. intermedius*, *B. madritensis*, *Festuca Myurus*, *F. tenuiflora*, *Phalaris canariensis*, *Phleum asperum*, *Triticum ventricosum* und *Vulpia bromoides*.

Ich sammelte rostiges Strohmaterial sämtlicher Spezies ein, überwinterte dasselbe im Winter 1899—1900 auf dem Experimentalfeld und führte im Frühjahr und Sommer 1900 damit Infektionsversuche aus, und zwar zuerst mit dem Teleutosporenmaterial auf der Berberitze und danach mit dem erzeugten Aecidiensporenmaterial auf jungen Getreidepflanzen (Eriksson, IV, S. 596). Ich fand dabei, daß alle 9 Grasarten (*Briza maxima*, *Bromus arvensis*, *B. brachystachys*, *B. madritensis*, *Festuca Myurus*, *F. tenuiflora*, *Phalaris canariensis*, *Phleum asperum* und *Vulpia bromoides*), von welchen für Neuinfektion genügendes Sporenmaterial zur Disposition stand, ohne Ausnahme von der Haferschwarzrostform f. sp. *Avenae* befallen waren.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß diese Grasarten von einigen an ihrem Standorte gelegentlich vorhandenen schwarzrostigen Haferpflanzen angesteckt worden waren, und es liegt also, meines Erachtens, hier ein Fall vor, wo eine hochentwickelte und sonst scharf fixierte, spezialisierte Pilzform gleichzeitig auf mehrere neue Pflanzenarten übergeht, wahrscheinlich infolge gewisser, für einen solchen Übergang besonders günstiger, zufälliger, äußerer Verhältnisse, aber sicherlich ohne wesentliche Bedeutung für eine weitere Ausbildung der Pilzform<sup>1)</sup>.

b) Die Entstehung des Becherroststadiums der Pilzformen; die Aecidiogenese.

Zu der Kategorie der Übergänge auf neue Pflanzenarten will ich auch das Hervortreten eines Aecidienstadiums oder, kürzer ausgedrückt, die Aecidiogenese (Aecidiengeburt) der Pilzarten rechnen. Diese Aecidiogenese ist nichts anderes als eine eigenartige, mit der Spezialisierung parallellaufende Äußerung einer ihm innewohnenden Bestrebung des Pilzes, den Kreis seiner Opfer zu erweitern.

In gewissen Fällen kann man den Zeitpunkt der Aecidiogenese ziemlich genau feststellen. Ein solches Beispiel gibt uns unter den Getreiderostpilzen die Spezies *Puccinia Maydis*. Diese, wie es scheint, in Amerika einheimische und in Europa wenigstens seit dem Jahre 1837 auftretende Pilzart wurde zum ersten Male im Jahre 1904 von J. C. Arthur (II, S. 65) in Nordamerika auf *Oxalis cymosa*, sowie im Jahre 1905 teils von W. Tranzschel (I, S. 49 [13]) in Rußland auf *Oxalis corniculata*, teils von L. Hecke (I, S. 418) in Österreich auf *Oxalis stricta* und *O. tropeoloides* in künstliche Kulturen übertragen. Im Freien wurde das Aecidienstadium zum ersten Male im Jahre 1903 von Arthur in Nordamerika an einem sehr beschränkten, nur einige Quadratmeter großen Platze in der unmittelbaren Nähe von überwinterten Maisstengeln konstatiert, soweit man nicht mit diesem Aecidium einige früher (1876—1899) in verschiedenen Ländern eingesammelte und in Herbarien aufbewahrte *Oxalis*-Aecidien identifizieren will, eine Frage, die Arthur diskutiert, aber nicht entscheiden kann. Künstlich wurde das Aecidium im Jahre 1904 (Arthur) von *Oxalis cymosa* und in den Jahren 1905 und 1906 (Tranzschel) von *O. corniculata* auf Maispflanzen weiterkultiviert.

Ein zweites Beispiel nachweisbarer Aecidiogenese liefert *Puccinia simplex*. Dieser Pilz wurde zuerst im Jahre 1865 als besondere Varietät der Spezies *Puccinia straminis* ausgeschieden und 10 Jahre später als selbständige Spezies aufgestellt. Er tritt in zahlreichen Ländern Nord- und Mittel-Europas auf Gerste jedes Jahr häufig auf. Von einem Aecidienstadium dieses Pilzes hatte man keine Ahnung, bis es im Jahre 1913 Tranzschel (II, S. 70) gelang, mit Teleutosporenmaterial desselben aus der Krim auf *Ornithogalum umbellatum* eine sehr reichliche und auf *O. narbonense* eine weniger reichliche Aecidienbildung hervorzurufen.

<sup>1)</sup> Es würde allzu weit führen, auf die fast zahllosen analogen Fälle von Übergängen verschiedener parasitischer Pilzformen auf neue Pflanzenspezies, sei es in künstlichen Kulturen oder spontan im Freien, wovon die einschlägige Literatur überschwemmt ist, hier einzugehen. Ich beschränke mich daher auf diese Literatur hinzuweisen.

Mit den so erzeugten Aecidiensporen des *O. umbellatum* produzierte Tranzschel die Uredo- und Teleutostadien des Pilzes auf *Hordeum vulgare*. Nur einmal vorher ist, soweit mir bekannt, ein derartiges Aecidium in der Literatur genannt worden, und zwar als *F. Bubák* (l. S. 223) ein in einer jungen Getreidesaat (am 4./5. 1898) bei Hohenstadt (Mähren) angetroffenes Aecidium auf *Ornithogalum tenuifolium* im Jahre 1905 als neue Spezies, *Aecidium ornithogaleum*, aufstellte und folgende Anmerkung beifügte: „Das neue Aecidium gehört zu irgendeiner heterözischen Uromyces- oder Puccinia-Art.“

Es ist offenbar, daß weder der so konstatierte Übergang von *Puccinia Maydis* auf *Oxalis*-Arten, noch derjenige von *P. simplex* auf *Ornithogalum*-Arten ein wesentliches Glied im Entwicklungszyklus der betreffenden Pilzspezies repräsentieren können. Dieses hat auch Hecke betreffs der *P. Maydis* betont, indem er sagt, daß „eine Erklärung für das Auftreten des Maisrostes durch die Aufdeckung des Wirtswechsels keinesfalls gegeben wäre“. Das allgemeine Vorkommen des Maisrostes von Jahr zu Jahr in allen maisbauenden Gegenden und das ähnliche des Gerstenzwergrostes überall, wo Gerste gebaut wird, diese Tatsachen lassen sich in keiner Weise durch die besprochenen Entdeckungen erklären. Diese Übergänge sind nichts anderes als zufällige, an und für sich interessante und die Formenbildung im Pflanzenreiche beleuchtende Exponenten einer den Pilzkörpern innewohnenden Bestrebung neue Nährpflanzenarten zu gewinnen. Mit diesem ersten Übersiedeln eines Pilzes auf einen Becherrostträger scheint indessen eine neue Periode in seinem Leben, die Periode der Aecidiogenese, eingetreten zu sein. Unter besonders günstigen Umständen, bei häufigem Vorhandensein des geeigneten Becherrostträgers in der Umgebung und infolge einer mit dem wechselnden Leben des Pilzes auf dem Grase und auf dem Becherrostträger verbundenen, für jeden neuen Jahrgang gesteigerten Anpassung an den neuen Wirt kann man sich wohl das Emporblühen eines dauerhaften, heterözischen Lebens der Pilzart an einer bestimmten Lokalität denken.

Wenn man außerhalb des Kreises der eigentlichen Getreideroste gehen wollte, so würde man zahlreiche analoge Fälle treffen, wo Aecidiogenese wahrgenommen worden ist. Die 2 oben in Erinnerung gebrachten Beispiele, die des Maisrostes und die des Gerstenzwergrostes, dürften indessen genügen, um die Tatsache einer Aecidiengeneration „in statu nascenti“ festzustellen.

Nach denselben Linien dürfte man, wie es mir scheint, das stets so rätselhafte Problem des Wirtswechsels bei heterözischen Pilzen überhaupt verständlich machen können, also auch in betreff solcher Fälle, wo die Aecidiengenerationen schon längst bekannt sind und folglich ein direkter Nachweis der Aecidiogenese nicht mehr möglich ist. Ein solcher Fall liegt bei *Puccinia graminis* vor.

Wie läßt sich, kann man fragen, die hier angeführte Anschauung mit dem Auftreten der diesem Pilze zugehörigen Aecidiengeneration, *Aecidium Berberidis*, soweit dieses Auftreten genetisch erforscht werden kann, in Einklang bringen? Der einzige Weg, den wir zur Beantwortung dieser Frage gehen können, ist selbstverständlich der historische. Was können wir aus der vorliegenden älteren Literatur in betreff des relativen Alters der verschiedenen Entwicklungsstadien des Pilzes, einerseits derjenigen des Ge-



treides und andererseits derjenigen der Berberitze, als für die Beurteilung der Frage verwendbares Material herausfinden?

Da der Schwarzrost gegenwärtig in allen getreidebauenden Ländern der Welt verwüstend auftritt, und zwar auch in solchen Ländern, z. B. Indien, Australien und Uruguay, wo die Berberitze fehlt, und da diese Rostart früher (1797, C. H. Persoon, I, S. 39)<sup>1)</sup> als die anderen Rostarten des Getreides, der Braunrost (1815, A. P. Decandolle, I, S. 83) und der Kronenrost (1837, A. C. J. Corda, I, S. 6) als besondere Spezies scharf erfaßt und wissenschaftlich beschrieben worden sind, so dürfte man ohne irgendwelches Bedenken annehmen können, daß der Schwarzrost oder eine damit möglichst identische Rostart an den Rostbeschädigungen des Getreides, wovon in der alten griechischen und lateinischen Literatur im Anfange unserer Zeitrechnung gesprochen wird, teilgenommen hat, jedenfalls daß sein Alter nach Jahrhunderten zu rechnen ist.

Wie ist es nun mit dem Alter des Berberitzenrostes bestellt? Um diese Frage zu beantworten, hat man in erster Linie nachzusehen, wieweit zurück in der Zeit der Berberitzenstrauch als wildwachsend oder als kultiviert verfolgt werden kann. Da er in den griechischen und lateinischen Kräuterbüchern der 4 letzten Jahrhunderte vor sowie der 2 ersten Jahrhunderte nach Christi Geburt nicht erwähnt wird, so hat man guten Grund, anzunehmen, daß die Berberitze in jener Zeit nördlich des Mittelmeeres vollständig fehlte. Der Strauch scheint zuerst im 7. Jahrhundert nach Christi Geburt, und zwar durch arabische Ärzte in den derzeit unter arabischer Herrschaft stehenden Ländern, danach aber allmählich auch in Nachbardistrikten die allgemeine Aufmerksamkeit als Medizinpflanze gefesselt zu haben. Nach Europa kam die Kenntnis der Pflanze zuerst im 11. Jahrhundert durch den arabischen Arzt Constantinus Africanus († 1087). Von dieser Zeit an wurde der Strauch in verschiedenen Ländern Südeuropas mehr und mehr bekannt. Als angepflanzt wird er zum ersten Male erwähnt aus Schweden (J. Palmberg, I, S. 15) 1634, aus Dänemark (J. Lind, I, S. 733) 1648 und aus Norwegen (C. Gartner, I, S. 80, nach J. Lind a. a. O.) im Jahre 1694.

Nicht unwesentlich später wird die Berberitze als verwilderte oder wildwachsende Pflanze in der Literatur erwähnt. Die erste hierauf bezügliche Notiz für Schweden stammt aus dem Jahre 1745, wo Linné (I) den Strauch „als verwildert an einigen Stellen in den Wäldern Upplands“ angibt. Sehr bemerkenswert ist auch die Langsamkeit, womit die Pflanze sich in spontanem Zustande in Schweden verbreitete. Noch im Jahre 1806 waren die Wälder in Uppland der einzige Standort der Pflanze in Schweden, welches A. J. Retzius (I) kannte, und es wird da ausdrücklich angegeben, daß die Pflanze dort nur „spärlich“ und „nicht anderswo“ vorkam.

Vielleicht noch schwieriger als die Zeit der Einwanderung der Berberitze in Europa ist indessen die des Befallenwerdens dieser

<sup>1)</sup> Unter dem italienischen Namen „ruggine del grano“ wurde die Art zuerst von Felice Fontana (I) im Jahre 1767 in sicher erkennbarer Weise beschrieben und abgebildet.

Pflanze mit Rostflecken festzustellen. Es wird freilich zuerst von Magneville (I, S. 18) im Jahre 1830, und nach ihm von J. Loverdo (I, S. 199) 1892 und von E. Prillieux (I, S. 221) 1895 angegeben, daß im Jahre 1660 ein Parlamentsbeschluß in Rouen (Frankreich) veröffentlicht worden sei, in welchem die Ausrottung der Berberitze befohlen wurde, da man gegewöhnt habe, daß diese zum Rost in gewisser Beziehung stehe. Wiederholte Bemühungen, die Zuverlässigkeit dieser Angabe zu bestätigen, waren jedoch bis jetzt umsonst, und zwar sowohl die von mir durch Korrespondenz mit den staatlichen Behörden der Stadt Rouen Mitte der neunziger Jahre gemachten, wie auch die späterhin von H. Klebahn (I, S. 205) ausgeführten. Dieser berichtet nämlich im Jahre 1904, daß C. de Beaurepaire, „archiviste paléographe“ in Rouen, auf sein Ersuchen die Register „de la Préfecture de la Seine Inférieure“ für das Jahr 1660 durchgesehen hat, ohne etwas zu finden. Es läßt sich unter solchen Umständen wohl denken, daß hier ein Druckfehler betreffs der Jahresangabe vorliegt, und ich halte es deshalb für das Beste, diese Angabe von einem Berberitzen-Gesetze in Rouen aus dem Jahre 1660 als wenigstens sehr unsicher außer acht zu lassen.

Wenn man dies tut, so ist die erste sichere Angabe vom Vorhandensein des Berberitzenrostes in das Jahr 1720 zu verlegen. Nach J. W. Hornemann (I, S. 8) soll nämlich im genannten Jahre ein englischer Landwirt die Berberitzensträucher seines Nachbarn durch Begießen mit kochendem Wasser vernichtet haben, weil sie seinem Weizen schaden. Etwa 3 Jahrzehnte später (1755) wurde in Massachusetts (Nordamerika) ein Provinzialgesetz veröffentlicht, in welchem bei Androhung gewisser Strafen befohlen wurde, in der ganzen Provinz bis spätestens zum 30./6. 1760 alle Berberitzensträucher zu vertilgen, weil diese Pflanze die Ursache von Krankheiten „sowohl am Weizen, als auch an anderen englischen Gewächsen“ sei.

Wissenschaftlich als besondere Spezies aufgestellt und beschrieben wurde indessen der Berberitzenpilz zuerst 31 Jahre später (1786) von N. J. Jacquin (I, S. 122) unter dem Namen *Lycoperdon poculiforme*. Dieser Name wurde 5 Jahre später von J. F. Gmelin (I, S. 1473) in *Aecidium Berberidis* geändert, welchen Namen die Pilzform seitdem behalten hat.

Das Übersiedeln des Schwarzrostes auf *Mahonia Aquifolium* gehört einer viel späteren Zeit an. Auf dieser Nährpflanze wurde das *Aecidium* zum ersten Male ungefähr gleichzeitig, im Jahre 1875, in England und in Deutschland wahrgenommen, und seine Zusammengehörigkeit mit dem Schwarzrostpilze wurde im Jahre 1883 in England und im Jahre 1884 in Deutschland festgestellt.

Nach allem jetzt Gesagten läßt sich kaum bezweifeln, daß die strobewohnenden Stadien (*Uredo* und *Puccinia*) des Schwarzrostpilzes viel älter als das *Berberis* und *Mahonia* bewohnende Stadium (*Aecidium*) sein müssen. Jene sind aller Wahrscheinlichkeit nach als viele Jahrhunderte, vielleicht Jahrtausende, alt zu rechnen, während das Alter des letzten Stadiums, soweit es die Berberitze anbelangt, auf 2 oder höchstens 3 Jahrhunderte und, bezüglich der *Mahonia* nur auf 3 oder 4 Jahrzehnte geschätzt werden kann. Jedenfalls müssen die Stadien auf den Grami-

neen vorausgegangen sein, und das Becherroststadium viel später hinzugekommen und aus jenen entsprungen sein. Ist aber dieses der Fall, so wird man, wie mir scheint, gezwungen, das Aecidiumstadium als den Ausschlag eines dem Pilze innewohnenden Bestrebens seinen Nährpflanzenkreis zu erweitern, oder — um mit H. Klebahn (I, S. 161 und S. 164) zu sprechen — als den Ausschlag einer mit „gewissen, auf unbekannten inneren Verhältnissen beruhenden Entwicklungstendenzen“ zusammenhängenden „Möglichkeit des sukzessiven Ergreifens neuer Wirte“ aufzufassen. Jedenfalls ist indessen hier zu bemerken, daß der Sprung von der Graminee auf den Aecidienwirt teils an und für sich eine viel größere Anpassungsfähigkeit als derjenige von Graminee auf Graminee voraussetzt, teils mit fast metamorphosenartigen Umgestaltungen im Wachstum der Pilze verknüpft ist, indem Spermogonium und Aecidium, aber nicht Uredo und Puccinia, erzeugt werden<sup>1)</sup>.

Im Jahre 1882 sprach C. B. Plowright (I, S. 234) die Meinung aus, es sei eine wunderbare Differenz („a wonderful difference“) in den Beschädigungen der Getreideernte durch den Schwarzrost, wenn der Pilz direkt von der Berberitze als Brücke, oder wenn er von einem seit Generationen reproduzierten Uredostadium gekommen ist, und er setzte dieses Phänomen damit in Verbindung, daß die Aecidiensporen „ein sexuales Produkt“ repräsentieren, die Uredosporen aber nicht. Derselben Ansicht schlossen sich H. L. Bolley (I, S. 12) im Jahre 1899 und J. C. Arthur (I, S. 67) im Jahre 1902 an<sup>2)</sup>. Die Passage über die Berberitze würde also die Zerstörungsenergie des Pilzes wesentlich steigern, und demzufolge wäre die Ausrottung dieses Strauches ein empfehlenswertes Mittel, die Verheerungen des Schwarzrostes zu beschränken.

Um die Richtigkeit dieser Erstarkungstheorie („invigoration theory“) zu prüfen, führten Freeman & Johnson (I, S. 34) vom Februar 1907 bis August 1909 eine lange Reihe fortlaufender Kulturen mit den verschiedenen Getreiderostpilzformen in ihren Uredostadien aus. Die Versuche fanden mit folgenden Uredoformen statt: 1. *Uredo graminis* von Weizen auf Weizen, 2. *U. graminis* von Weizen auf Gerste, 3. *U. graminis* von Gerste auf Gerste, 4. *U. graminis* von Gerste auf Weizen, 5. *U. graminis* von Hafer auf Hafer, 6. *U. triticea* von Weizen auf Weizen, 7. *U. dispersa* von Roggen auf Roggen, 8. *U. simplex* von Gerste auf Gerste, und 9. *U. coronifera* von Hafer auf Hafer. Jede Serie umfaßte in der Regel 10 Pflanzen. Das ursprüngliche Sporenmaterial stammte aus Minnesota. Zwischen dem 6./10. 1906 und dem 6./2. 1907 wurden dort mindestens 4 Generationen durchlaufen. Vom letztgenannten Tage an fanden die Versuche in Washington, D.C., statt. Im ganzen folgten bis August 1909 etwa 50 Generationen nacheinander. Die Details der Resultate werden in 10 Tabellen angegeben. Aus diesen Tabellen ersieht man, daß die positiven Krankheitsausschläge beim Abschluß der Versuche, nach

<sup>1)</sup> Auf die Konsequenzen dieser Darlegung der Aecidiogenese der Pilze für die endgültige Lösung der Getreiderostfrage im allgemeinen beabsichtige ich, in anderem Zusammenhange einzugehen.

<sup>2)</sup> Diese Lehre erhielt einen neuen Aufschwung, nachdem im Anfange unseres Jahrhunderts ein Geschlechtsakt beim Anlegen der Aecidiensporen gewisser anderer Uredineen durch W. H. Blackman & H. C. J. Fraser (1904, 1906), A. H. Christman (1905, 1907) und E. W. Olive (1908) zytologisch nachgewiesen wurde.

den durchlaufenen 50 Generationen, ebenso zahlreich und kräftig waren wie im Anfange. Man kann hieraus schließen, daß die Aecidienstadien der betreffenden Pilzarten, wo solche Stadien vorkommen, für die Angriffsfähigkeit der Pilzformen ohne Bedeutung sind. Die Pilzformen leben auch ohne den Wirtswechsel mit ungeschwächtem Ansteckungsvermögen gut und kräftig fort.

c) Die Einwirkung der nährenden Wirtspflanze auf die Natur des Pilzes.

Es ist von vornherein klar, daß das Phänomen der Spezialisierung in wesentlichem Grade auf eine Einwirkung der Wirtspflanze auf die Natur des Pilzes zurückgeführt werden muß, und es ließ sich im Zusammenhange damit schon beim Einführen des Begriffes der Spezialisierung in die botanische Literatur (1894) auch leicht voraussehen (Eriksson, I, S. 327), daß man wahrscheinlich mit derselben Erscheinung bei den plurivoren Schmarotzerpilzen im allgemeinen rechnen muß.

Was die Verallgemeinerung des Phänomens betrifft, so hat auch die gemachte Voraussetzung reiche Bestätigung gefunden. Im Laufe der Jahre sind wieder und immer wieder neue Fälle von biologischen Zerspaltungs- und Anpassungseigentümlichkeiten in verschiedenen Schmarotzergruppen, wie Uredinaceae, Ustilaginaceae, Erysiphaceae, Nectriaceae und Chytridiaceae, konstatiert worden, und jedes Jahr bringt neue Entdeckungen.

Viel schwieriger und verwickelter hat sich die Frage gestellt, in welcher Weise und in welchem Maße die Natur des Pilzes, sei es nur biologisch oder auch morphologisch, von der Nährpflanze als Kulturboden beeinflußt wird.

Es wäre vielleicht möglich, so könnte man denken, daß z. B. die in Schweden beobachtete Identität der Schwarzrostformen auf *Secale cereale*, *Hordeum vulgare*, *Triticum repens* und *Elymus arenarius* dadurch zustande gekommen und erklärt sei, daß die 4 genannten Nährpflanzenspezies mit Rücksicht auf die physikalisch-chemische Natur ihrer Blatt- und Stammgewebe so nahe miteinander übereinstimmen, daß sie den auf denselben wachsenden Pilzformen einen gleichartigen Charakter insofern verliehen, daß die Pilzform jeder Spezies sämtliche 4 Spezies anstecken kann.

Daß die Sache indessen nicht so einfach ist, darauf habe ich schon im Jahre 1894 aufmerksam gemacht. Gegen eine solche innere Gemeinschaftlichkeit zwischen den betreffenden Nährpflanzenarten trat schon derzeit eine durch Kulturversuche erworbene Kenntnis davon auf, daß man auf diesen Pflanzenarten 4 verschiedene, spezialisierte Formen des Gelbrostpilzes (*Puccinia glumarum*) unterscheiden müsse: 1. f. sp. *Secalis* auf Roggen, 2. f. sp. *Hordei* auf Gerste, 3. f. sp. *Agropyri* auf Quecke und 4. f. sp. *Elymi* auf Strandhafer; diese Formen sind mehr oder weniger scharf fixiert. Es wird schon hieraus ersichtlich, daß die einfachen Kausalbedingungen, mit denen der Physiker und der Chemiker zu tun haben, zu der Erklärung des Phänomens der Spezialisierung nicht hinreichen. Offenbar liegt hier ein biologisches Problem sehr komplizierter Natur vor.

Wie die Einwirkung der Wirtspflanze auf das biologische Wesen des Parasiten zum Ausdruck kommen kann, wissen wir in betreff des Schwarzrostpilzes in Nordamerika durch die neuen Untersuchungen von Freeman & Johnson in einem bestimmten Falle. Ich denke hier an die schon oben referierte Eigenschaft der Gerstenpflanze, die biologische Natur des Weizenschwarzrostes, sowie gewissermaßen auch diejenige des Roggenschwarzrostes, so umzugestalten, daß diese beiden Roste, nach dem Passieren der Gerstenpflanze als Brücke, ein gesteigertes Infektionsvermögen aufweisen, und zwar so, daß sie sämtliche Getreidearten anstecken können.

Die umgestaltende Beeinflussung der Wirtspflanze auf den Parasiten braucht indessen nicht auf einen biologischen Effekt beschränkt zu sein. Es ist den beiden genannten amerikanischen Forschern Freeman & Johnson (I, S. 26) gelungen, durch eine mit großer Geduld durchgeführte Versuchsreihe auch einen morphologischen Effekt zu konstatieren. Nachdem die beiden Forscher eine aufweisbare Differenz in der Uredosporengröße zwischen dem Weizen- und dem Gerstenpilze gefunden hatten, indem die Uredosporen der Gerste kürzer und schmaler waren, als diejenigen des Weizens, gingen sie zu Wechselkulturversuchen mit den beiden Formen über. Weizenpflanzen wurden in 2 Töpfen und Gerstenpflanzen in 2 Töpfen parallel kultiviert und infiziert. Auf die Weizenpflanzen wurden Uredosporen des Gerstenrostes und auf die Gerstenpflanzen solche des Weizenrostes, Generation nach Generation, übertragen. Die Versuche wurden ein ganzes Jahr fortgesetzt. Die Sporenmessungen geschahen 1. zu Anfang der Versuchsfolge am Originalmateriale, 2. nach 6 Generationen auf fremdem Wirt und 3. nach 17 Generationen auf fremdem Wirt. Jedesmal wurden 50 Sporen gemessen, von mindestens 3 Pusteln auf 2—3 Blättern stammend. Die Messungen gaben folgende Resultate:

Weizenrostsporen, Original . . . . .	18,15 × 31,33 $\mu$
Gerstenrostsporen, „ . . . . .	17,46 × 28,51 $\mu$
Weizenrostsporen, nach der Kultur auf Gerste in 10 Monaten . . .	17,52 × 29,01 $\mu$
Gerstenrostsporen, „ „ „ „ „ „ 10 „ . . .	17,67 × 31,12 $\mu$

Schon nach einer 10 Monate fortgesetzten Kultur auf der fremden Unterlage hatten sich also die Dimensionen der beiden Uredoformen in dem Maße verändert, die des Weizenpilzes sich verkleinernd und die des Gerstenpilzes sich vergrößernd, daß man kaum mehr von einem Größenunterschiede zwischen den beiden Formen sprechen kann<sup>1)</sup>.

#### d) Wird die Spezialisierung des Pilzes durch den relativen Kulturumfang der im Lande angebauten Getreidearten beeinflußt?

In meiner Mitteilung über die Spezialisierung des Getreideschwarzrostes vom Jahre 1902 habe ich auf Grund der derzeitigen Erfahrungen teils aus

<sup>1)</sup> Die ursprüngliche Differenz in der Größe der Uredosporen zwischen dem Weizen- und dem Gerstenpilze gehören offenbar derselben Kategorie von morphologischen Anpassungsphänomenen an, wie die bei zahlreichen anderen, an verschiedenen Wirtspflanzen vegetierenden Uredineen in neuerer Zeit wahrgenommenen kleinen Differenzen in Größe und Form der Teleutosporen, in Lage und Zahl der Keimsporen, in Skulptur der Membran usw. (vgl. Fischer, II und IV).

Schweden, teils aus den Vereinigten Staaten Nordamerikas die Frage zur Erwägung aufgenommen, inwiefern die in den einzelnen Ländern teilweise verschiedene Spezialisierung des Pilzes mit der relativen Verteilung der in den Ländern kultivierten Getreidearten in Zusammenhang stehe. Auf solche Gedanken führte mich besonders die sehr auffallende Verschiedenheit im Wesen des Gerstenschwarzrostes in Schweden einerseits und in Nordamerika andererseits, indem die schwedische Form sich mit dem Roggenschwarzrost identisch zeigte, die nordamerikanische aber dem Weizenschwarzrost am nächsten kam. Vielleicht könnte, so dachte ich, eine gewisse, durch den Umfang ihrer Kultur im Lande dominierende Getreideart auch an derselben wachsenden Pilzform eine Überlegenheit mit Rücksicht auf Lebensenergie, Ansteckungsfähigkeit, Fixierungsschärfe oder dgl. verleihen, infolge dessen auch die betreffende Pilzform, im Vergleich mit ihren Schwesterformen, dominierend wird.

Unter den in Schweden auftretenden spezialisierten Schwarzrostformen nimmt f. sp. *Avenae* unbedingt den ersten Platz ein, durch höhere Keimkraft und Keimungsenergie sämtlicher Sporenformen, durch reichlichere und kräftigere Ausschläge bei künstlichen Infektionsversuchen, durch zerstörende Verwüstungen an den Getreideernten<sup>1)</sup> und durch eine größere Zahl von Wirtspflanzenarten außerhalb der Getreidearten (bis jetzt 19 bekannt). Nach dem Haferpilz kommt in Schweden f. sp. *Secalis* auf 11 Wirtspflanzenarten und zuletzt f. sp. *Tritici*, deren einzige sichere Wirtspflanzenart der Weizen ist.

In den Vereinigten Staaten Nordamerikas stellen sich die Verhältnisse nicht unwesentlich anders. Freilich kommt auch dort, wenn man die Lebensenergie der Formen nach der Zahl der Pflanzenspezies außerhalb des Kreises der Getreidearten, an denen sie beobachtet oder auf die sie übergeführt worden sind, beurteilt, f. sp. *Avenae* an die erste Stelle (bis jetzt 17 Nährpflanzenarten bekannt). Damit hört jedoch die Übereinstimmung zwischen den beiden Ländern auf. Nach der Haferrostform kommen namentlich in Nordamerika f. sp. *Tritici* auf Weizen und Gerste (nebst 9 anderen Grasarten) und die mit dieser sehr nahe verwandte f. sp. *Hordei* auf Gerste und Weizen. Zuletzt haben wir f. sp. *Secalis* auf Roggen und Gerste.

Soll man diese Unterschiede zwischen den beiden Ländern einem blinden Zufalle zuschreiben, oder darf man dieselben nicht eher mit dem verschiedenen Umfang, in welchem die einzelnen Getreidearten in den Ländern angebaut werden, in Verbindung bringen?

In Schweden ist der Hafer die unbedingt wichtigste Getreideart, wie aus untenstehenden Ziffern deutlich hervorgeht. In den Jahren 1909—1913 betrug die ganze Getreideproduktion Schwedens durchschnittlich pro Jahr:

Hafer . . . .	ca.	12	Millionen	Deziton
Roggen . . . .	„	6	„	„
Gerste . . . .	„	3	„	„
Weizen . . . .	„	2	„	„

<sup>1)</sup> Nach amtlichen Berechnungen weiß man, daß in dem schweren Haferrostjahre 1889 das Totalgewicht der Haferernte Schwedens mit nicht weniger als 163 Millionen kg, hauptsächlich wegen Rostkrankheit, hinter dem jährlichen Durchschnitt der 10 unmittelbar vorhergegangenen Ernten zurückgeblieben war, welches Untermaß einem Nationalgeldverlust von rund 16 Millionen Kr. entsprach.

Man muß annehmen, daß durch die dominierende Haferkultur ein besonders reicher und wechselnder Nährboden gerade für den Haferpilz bereitet wird. Auf den ungleichartigsten Bodenarten und in den verschiedensten Lagen ist seit sehr langer Zeit die Haferpflanze dem hungernden Schmarotzer zugänglich gewesen. Der Parasit hat dadurch die beste Gelegenheit gehabt, an günstigen Lokalitäten solche Rassen auszubilden, die besonders lebenskräftig sind und also eine überlegene Fähigkeit besitzen, nicht nur Hafer, sondern auch viele andere Gräser zu befallen.

Vielleicht muß man es auch als einen begünstigenden Umstand mit betrachten, daß der Haferschwarzrost in Schweden keinen gefährlichen Konkurrenten in der Herrschaft über die Haferpflanze hat. Es gibt freilich noch eine 2. Haferrostart, den Haferkronenrost (*Puccinia coronifera* f. sp. *Avena* e), aber diese Art, die erst in südlicheren Gegenden, z. B. in Deutschland<sup>1)</sup>, eine höhere Intensität erreicht, fristet in Schweden, wenigstens in dessen mittleren und nördlichen Teilen, meistens ein nur kümmerliches und schwindendes Dasein. Ein Jahr kann, z. B. bei Stockholm, auf das andere folgen, ohne daß der Kronenrost auf Hafer zu eigentlicher Entwicklung kommt. Nur für den Fall, daß der Schwarzrost, aus unbekannten Ursachen, nicht zu normaler Entwicklung gekommen ist, scheint der Kronenrost, wenigstens in der Stockholmer Gegend, volle Ausbildung und Zerstörungsfähigkeit zu erreichen<sup>2)</sup>.

Nach dem Haferschwarzroste folgt in Schweden, wenn es die Lebens- und Zerstörungsenergie gilt, offenbar die für Roggen- und Gerste gemeinsame f. sp. *Secalis*. Dieses stimmt auch damit gut zusammen, daß in der Kultur der Roggen nach dem Hafer und die Gerste nach dem Roggen folgt. Kräftiger zeigt sich diese Form auf dem häufigeren Roggen, schwächer auf der weniger angebauten Gerste. Die niedrigere Vitalität der Form im allgemeinen, wenn man dieselbe mit der des Hafers vergleicht, kann vielleicht auch damit in Verbindung gebracht werden, daß die Konkurrenz mit anderen Rostarten hier weit ernsthafter ist. Auf dem Roggen trifft man nämlich auch Braunrost (*Puccinia dispersa*), in seltenen Fällen so-

<sup>1)</sup> Zur Stütze dieser Ansicht verweise ich teils auf die in Deutschland erschienenen Jahresberichte des Sonderausschusses für Pflanzenschutz (z. B. 1895, 112; 1896, 132; 1897, 152; 1898, 186; 1899, 245; 1901, 16; 1902, 6; 1903, 7; 1904, 19 usw.), teils auf eigene Beobachtungen, die ich bei einem Besuche auf dem Versuchsfelde des Landwirtschaftlichen Instituts in Göttingen im Jahre 1905 machte und an anderem Orte (Eriksson III, 94) beschrieben habe. Ich fand da schon am 8. 8. die zu seltener Uppigkeit entwickelten Haferhalme des ganzen Feldes so stark von Kronenrost befallen, von unten bis oben, wie ich es früher nie gesehen hatte, voll vergleichbar mit den von mir jemals wahrgenommenen aller schwersten Angriffe des Hafers durch den Schwarzrost in der Stockholmer Gegend.

<sup>2)</sup> Ein solches Konkurrieren zwischen den beiden Haferrostarten kam auf dem Experimentalfeld (Stockholm) besonders bei einem Vergleich der beiden Jahre 1894 und 1898 untereinander zum Vorschein (Eriksson, III, 91—92). Während im Jahre 1894 der Kronenrost so spärlich vorkam, daß es unmöglich war, genügendes Uredosporenmaterial für nur einen einzigen Infektionsversuch aufzubringen, die Schwarzrostintensität aber schon Mitte August ein Maximum erreicht hatte, zeigte der Kronenrost im Jahre 1898 in der entsprechenden Jahreszeit (15. 8.) eine auffallend kräftige Intensität, die auch so schnell stieg, daß binnen kurzem die meisten Haferparzellen des Versuchsfeldes als sehr schwer davon befallen bezeichnet wurden. Dieses Jahr erreichte der Schwarzrost keimale normale Entwicklung. — Einen ähnlichen Fall von Konkurrieren zwischen den beiden Haferrostarten fand Carleton (I, 6) in Nordamerika, als er die Jahre 1892 und 1893 in den Vereinigten Staaten untereinander verglich.

gar auch Gelbrost (*P. glumarum*), und auf der Gerste teils Gelbrost (*P. glumarum* f. sp. *Hordei*) im nördlichen, teils Zwergrost (*P. simplex*) im mittleren und südlichen Schweden. Diese Formen zeigen im allgemeinen, je in ihrem Gebiete, eine größere Vitalität im Vergleich mit dem Schwarzrost, als auf der Haferpflanze der Kronenrost im Vergleich mit dem Schwarzrost.

Zuletzt kommt unter den Getreideschwarzrosten Schwedens die Form des Weizens, f. sp. *Tritici*, wie auch diese Getreideart mit Rücksicht auf ihr Kulturareal daselbst den letzten Platz einnimmt. Die Schwarzrostform des Weizens, wie sie in Schweden auftritt, ist nicht aus ihrem vorausgesetzten plurivoren Primärstadium soweit in der Differenzierung fortgeschritten, d. h. spezialisiert, wie die Formen der anderen Getreidearten, und sie ist eigentlich nur an Weizen notdürftig gebunden oder fixiert. Übrigens hat diese Form 2 schwere Konkurrenten in dem Weizengelbroste (*Puccinia glumarum* f. sp. *Tritici*) und in dem Weizenbraunroste (*P. triticea*), von welchen besonders der erstgenannte zu berücksichtigen ist, da derselbe bisweilen, und zwar in sogenannten Gelbrostjahren, die Weizenpflanze so in Anspruch nimmt, daß dem Schwarzrostpilze ein nur geringer Nährboden zur Verfügung übrig bleibt.

Wesentlich anders stellen sich die Verhältnisse in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, wenn man den Kulturumfang der einzelnen Getreidearten in Betracht zieht. Die Gesamtproduktion betrug hier in den Jahren 1909—1913 durchschnittlich pro Jahr:

Weizen . . . .	ca.	187	Millionen	Deziton
Hafer . . . .	„	164	„	„
Gerste . . . .	„	40	„	„
Roggen . . . .	„	9	„	„

Es ist auffallend, daß die Schwarzrostformen der 2 im größten Umfange kultivierten Getreidearten, die des Weizens und die des Hafers, in den Vereinigten Staaten dominierend sind, auch bezüglich der Vitalität der Formen, und daß die Form des Roggens den letzten Platz einnimmt.

Die Überlegenheit der Form des Weizens zeigt sich in mehrfacher Weise. Es wird von Carleton (I, S. 41) angegeben, daß „in allen Fällen, wo die Weizenernte vollständig fehlschlägt, wie es oft in Kentucky, Indiana, Texas, Michigan und Ohio geschieht, der Schwarzrost die hauptsächliche, wenn nicht allein, vorhandene Rostpilzart zu sein pflegt“. Größer ist auch die Ansteckungsfähigkeit der Form gegenüber anderen Pflanzenarten. Sie befällt also auch die Gerste und hat außerdem noch 7 andere Grasarten anstecken können. Andererseits zeigt sie gegenüber Roggen eine schärfere Fixierung als die schwedische Form, indem sie den Roggen meist intakt ließ. Als ein günstiger Umstand für die überlegene Ausbildung des Weizenschwarzrostes in Nordamerika muß es vielleicht auch betrachtet werden, daß die dort so gut wie einsam konkurrierende Rostart die *Puccinia triticea* ist. Von dieser letztgenannten Art sagt freilich Carleton (I, S. 21), daß sie „die allgeringste und meist verbreitete sämtlicher Getreideroste in den Vereinigten Staaten, und speziell die meist regelmäßig Jahr für Jahr auftretende Rostart ist“, aber er berichtet gleichzeitig



(I, S. 40), daß diese Form einen nur „sehr geringen, wenn überhaupt irgendeinen, Schaden auf Weizen verursacht, auch nicht in Perioden, wo sie am häufigsten vorhanden ist“, und daß er keinen Fall getroffen hat, „in welchem diese Rostart verschrunpfte Körner hervorgerufen hat“.

Der in Schweden, sowie in Nordeuropa im allgemeinen, in der Regel meist zerstörende Weizenrost, der Gelbrost (*Puccinia glumarum* f. sp. *Tritici*), braucht in Nordamerika, wenigstens bis jetzt, nicht als Knokurrent mitgerechnet zu werden, da diese Art erst in der allerletzten Zeit, 1915 (Phytopathology, I, S. 284) und 1916 (Humphrey & Johnson, I, S. 96) in der südwestlichen Ecke der Republik (Sacaton in Arizona) entdeckte und damit in die nordamerikanische Flora inkorporiert worden ist.

Mit dem großen Umfang der Haferkultur in Nordamerika stimmt auch die hohe Entwicklung des nordamerikanischen Haferschwarzrostes gut überein. Diese hohe Entwicklung kommt nicht nur in den bei den künstlichen Versuchen hervorgetretenen, oben angegebenen Spezialisierungsverhältnissen zum Vorschein, sondern macht sich auch im Auftreten auf den Haferfeldern geltend. So ist, nach Carleton (I, S. 64), der Haferschwarzrost noch allgemeiner und vielleicht auch konstanter als der Weizenschwarzrost in den Vereinigten Staaten überhaupt. Einen schweren Konkurrenten hat er jedoch in dem Haferkronenrost, der speziell in den südlichen Staaten mehr verbreitet und mehr zerstörend auftritt.

Mit der sehr beschränkten nordamerikanischen Roggenkultur läßt sich auch die sehr schwache Ausbildung des Roggenschwarzrostes in den Vereinigten Staaten vereinen.

Soweit die Erfahrungen aus Schweden und Nordamerika! Wie stellen sich, so muß man jetzt fragen, die Verhältnisse in anderen Ländern?

Als Ausgangsland für diese Betrachtung nehme ich Rußland, das einzige Land in Europa, aus welchem uns eine Spezialuntersuchung über den Schwarzrost zur Verfügung steht. Die jährliche Ernte Rußlands, im Durchschnitt für die Jahre 1909—1913 gerechnet, betrug:

Roggen . . . .	ca.	226 Millionen	Deziton
Weizen . . . .	„	181	„
Hafer . . . .	„	142	„
Gerste . . . .	„	110	„

Ebenso wie in Schweden haben wir in Rußland in betreff dieser Getreidearten nur mit 3 spezialisierten Schwarzrostformen zu rechnen, f. sp. *Secalis*, f. sp. *Tritici* und f. sp. *Avenae*, da die Schwarzrostform der Gerste auch in Rußland nicht eine so intime Anpassung an ihre Wirtsgetreideart erreicht hat, daß dieselbe als eine selbständige Pilzform hervortritt. Sie fließt in Schweden mit der Form des Roggens, in Rußland mit derjenigen des Weizens zusammen. In der Getreidekultur in Rußland nimmt auch die Gerstenpflanze einen relativ beschränkten Platz ein. Die Gerstenproduktion repräsentiert nämlich, wie aus untenstehender Zusammenstellung ersichtlich ist, nur 10 à 17% der Gesamtproduktion der betreffenden Länder.

Die Jahresproduktion der gewöhnlichen Getreidearten  
(im Durchschnitt für die Jahre 1909—1913)  
in Prozent berechnet

Schweden		Nordamerika (Vereinigte Staaten)		Rußland (europäisches)	
Hafer . . . . .	ca. 52	Weizen . . . . .	ca. 47	Roggen . . . . .	ca. 34
Roggen . . . . .	„ 26	Hafer . . . . .	„ 41	Weizen . . . . .	„ 27
Gerste . . . . .	„ 13	Gerste . . . . .	„ 10	Hafer . . . . .	„ 22
Weizen . . . . .	„ 9	Roggen . . . . .	„ 2	Gerste . . . . .	„ 17

Damit sei jedoch keineswegs gesagt, daß der Kulturumfang der Getreideart bei der Formbildung des Pilzes als allein oder überwiegend bestimmender Faktor zu rechnen ist. Wäre das der Fall, so hätte man eine ähnliche Unvollkommenheit auch bei den Pilzformen der Gattungen *Aira-Agrostis*, *Poa* usw. zu erwarten, da die dahin gehörigen Grasarten überhaupt seltener vorkommen als die Gerste. Eine solche Erwartung ist indessen zuschanden geworden, da die Pilzformen der betreffenden Gattungen sämtlich scharf differenziert sind. Bemerkenswert ist es auch, daß die Pilzformen zahlreicher, viel allgemeinerer Grasarten, wie z. B. *Triticum repens*, *Dactylis glomerata*, *Alopecurus pratensis* usw., zu der einen oder der anderen der Pilzformen der Getreidearten gehören.

e) Die innere Aktivität einer Nährpflanzenart  
gegenüber den Pilzformen anderer Nähr-  
pflanzenarten.

Zu einem, wenn möglich richtigen Verständnis des verwickelten Phänomens der Spezialisierung kommt man indessen, meines Erachtens, nicht, ohne das Vorhandensein einer inneren Aktivität der Nährpflanze selbst beim Durchführen derselben anzunehmen. Ich denke mir diese Aktivität als eine der Nährpflanzenart eigene Reaktion, entweder attrahierend oder repellierend, gegenüber den Pilzformen anderer Nährpflanzenarten („*Chemotaxis*“ im Sinne W. Pfeffers, I, II und III), welche innewohnende Eigenschaft die betreffende Nährspezies entweder zur Gemeintrift mit einer anderen Nährspezies führt, oder eine Isolierstellung derselben zur Folge hat.

Zur Annahme einer spezifischen Aktivität des Wirts beim Spezialisierungsprozesse wird man vor allem gebracht, wenn man den Hafer mit den anderen Getreidearten vergleicht. In sämtlichen bisher genauer untersuchten Ländern Nordeuropas (Schweden, Rußland) und Nordamerikas (Vereinigte Staaten) ließ die Schwarzrostform des Hafers regelmäßig die anderen Getreidearten intakt und der Hafer selbst verhielt sich gegenüber den Schwarzrostformen der anderen Getreidearten fast immer immun. Die isolierte Stellung des Hafers fällt noch schärfer in die Augen, wenn man die Verhältnisse in Indien in Betracht zieht, wo der Hafer stets absolut rein steht, während Weizen, Gerste und Roggen mehr oder weniger stark vom Schwarzrost befallen sind.

Eine Ausnahme von dieser Regel bildeten wohl die aus Ostpreußen, Baden, Österreich und Ungarn stammenden Haferschwarzroste, welche ich 1903 in künstliche Kulturen einführte (vgl. oben S. 367). Diese Formen befielen nämlich in der ersten aecidiengeborenen Generation, die nicht nur

den Hafer (71—100%), sondern auch Gerste (15—30%). Sehr häufig zeigte sich indessen diese abweichende Eigenschaft der kontinentalen Haferrostformen. Schon in der nächstfolgenden, uredogeborenen Generation war das Anpassungsvermögen gegen die Gerste fast erloschen.

Ganz anders stellen sich aber die Verhältnisse in betreff der Aktivität der Haferpflanze, wenn man außerhalb des Kreises der Getreidearten geht. Man findet da bei dem Hafer, anstatt einer repellierenden, eine attrahierende Reaktion gegenüber anderen Nährpflanzenarten.

So zeigen sich in Schweden die Schwarzrostformen auf 18 anderen Grasarten (den Gattungen *Alopecurus*, *Avena*, *Briza*, *Bromus*, *Dactylis*, *Festuca*, *Koeleria*, *Lamarckia*, *Milium*, *Phalaris*, *Phleum*, *Trisetum* und *Vulpia* zugehörig), in den Vereinigten Staaten Nordamerikas auf 16 anderen Grasarten (den Gattungen *Agrostis*, *Alopecurus*, *Amphipha*, *Avena*, *Bromus*, *Dactylis*, *Eatonia*, *Festuca*, *Holcus*, *Hordeum*, *Koeleria*, *Phleum*, *Polypogon* und *Trisetum* zugehörig) und in Rußland auf 6 anderen Grasarten (den Gattungen *Alopecurus*, *Avena*, *Briza*, *Bromus* und *Festuca* zugehörig) mit dem Haferroste, f. sp. *Avenae*, identisch.

Nächst der Sonderbarkeit der Haferpflanze als Schwarzrostwirt fordert die Natur der Gerstenpflanze als solche zur Annahme einer innewohnenden Aktivität des Wirtes auf. Das regelmäßige Fehlen einer selbständigen Schwarzrostform der Gerste, sowie das auffällige Auseinandergehen der Gerste und des Hafers als Schwarzrostträger haben zur natürlichen Folge, daß die Gerste für ihr Befallenwerden mit Schwarzrost auf eine Bundesgenossenschaft entweder mit dem Roggen oder mit dem Weizen angewiesen worden ist. Bei der Wahl zwischen diesen beiden Getreidearten dürften, wie ich mir die Sache denke, teils der relative Kulturumfang der beiden Getreide im Lande, teils gewisse, diesen innewohnende zusammenführende oder sondernde Kräfte unbekannter Natur tätig sein.

In Schweden, wo der Unterschied im Kulturumfang bedeutend ist, und zwar zugunsten des Roggens, der 26%, der Weizen aber nur 9%, der ganzen Jahresernte des Landes repräsentiert, wird der große Kulturunterschied der dominierende und maßgebende Spezialisierungsfaktor. Es kommt eine regelmäßige Gemeinschaft zwischen Gerste und Roggen zustande. Der Gerstenschwarzrost Schwedens wird folglich der f. sp. *Secalis* zugerechnet. Es läßt sich indessen nicht verhehlen, daß bei der Gerstenpflanze schon in Schweden eine nicht unterschätzbare Geneigtheit, auch mit der Weizenpflanze in Gemeinschaft zu treten, hier und da sichtbar wird, wovon man sich durch Studium der schwedischen Infektionsversuche und deren Resultate aus den verschiedenen Jahren leicht überzeugen kann.

Viel bestimmter tritt indessen die innewohnende Anschlußtendenz der Gerste an den Weizen hervor, wenn man nach solchen Ländern geht, wo die Überlegenheit im Kulturumfang des Roggens gegenüber dem Weizen geringer ist oder sogar in Unterlegenheit umgetauscht worden ist. In Rußland repräsentiert der Roggen 34%, der Weizen aber 27% der Jahresernte (die Gerste kommt danach mit 17%) und in Ungarn betrug in der Jahresperiode 1909—1913 jährlich:

Weizen . . . .	ca. 43	Millionen Deziton,	d. h. ca. 51%
Gerste . . . .	16	„ „ „ „	19%
Roggen . . . .	13	„ „ „ „	16%
Hafer . . . .	12	„ „ „ „	14%

In diesen beiden Ländern, ebenso wie in den Vereinigten Staaten Nordamerikas, wo der Weizen 47%, der Roggen aber nur 2%, der Jahresernte entspricht, findet man die Gerste mit dem Weizen in Bundesgenossenschaft getreten.

Bisweilen findet man bei ein und derselben Grasart in verschiedenen Ländern eine verschiedene Aktivität. So reagiert z. B. *Dactylis glomerata* in Schweden attrahierend gegen Haferrost und repellierend gegen Roggenrost, aber in Rußland attrahierend gegen Roggenrost und repellierend gegen Haferrost. Oder es reagiert ein und dieselbe Grasart attrahierend gegen die Rostformen mehrerer Getreidearten, wie z. B. in Rußland sowohl *Triticum repens* wie *Lolium perenne* attrahierend gegen Roggenrost und gegen Weizenrost.

Entschieden repellierend gegenüber den Pilzformen sämtlicher 4 Getreidearten zeigt sich die Reaktion in sämtlichen untersuchten Ländern bei wenigstens gewissen Arten der Gattungen *Agrostis*, *Aira*, *Poa*, *Calamagrostis*, *Apera*, *Festuca*, *Hierochloa* und *Holcus*. Die 4 ersten dieser Gattungen haben ganz sicher ihre eigenen, scharf fixierten und spezialisierten Formen. Solche eigene Formen sind wahrscheinlich auch den 3 letztgenannten Gattungen zuzuschreiben<sup>1)</sup>.

f) Die Ausbildung und die Spezialisierung der Parasiten unter dem Einfluß eines tropischen oder subtropischen Klimas wesentlich beschränkt.

#### a) Indien.

Durch die Untersuchungen von Butler & Haymann wissen wir, daß die Getreiderostarten in Indien von denselben in Europa und in Nordamerika in mehreren wichtigen Hinsichten abweichen. Die Abweichungen beziehen sich nicht nur auf biologische Eigenschaften der Pilzformen, sondern auch auf die morphologische Ausgestaltung derselben, und sie kommen bei sämtlichen Rostarten des Weizens, *Puccinia graminis*, *P. triticea* und *P. glumarum*, und zwar speziell für die erstgenannte Spezies, deutlich zum Vorschein.

Morphologisch eigentümlich ist also, daß bei *Puccinia triticea* in gewöhnlichen Jahren nur das Uredostadium, und zwar meistens überaus häufig, auftritt, das Teleutostadium aber vollständig ausbleibt. 1896 suchten D. D. Cunningham & D. Prain (I, S. 100) dieses Stadium vergebens. 1903 durchmusterten Butler & Haymann (Butler, II, S. 27) eine große Zahl von Weizenstrohproben

<sup>1)</sup> Bei ihren Versuchen, spezifisch wirkende Getreideantiseren für den Nachweis von Mehlverfälschungen herzustellen, konstatierten J. Thöni & A. C. Thaysen (I, 85) eine auffällige Verschiedenheit in den aus dem Mehle der verschiedenen Getreidearten ausgelaugten Extraktionsflüssigkeiten in betreff des Eiweißgehaltes, indem „die Auszüge aus Roggen, Weizen und Gerste einen reichlichen Gehalt von Eiweiß aufwiesen, während solches bei den Haferauszügen nur in spärlicher Menge nachzuweisen war“, und sie (I, 106) werfen die Frage auf, ob die Verschiedenheiten in der Wirtswahl zahlreicher Brand- und Rostpilze mit dem Vorhandensein zahlreicher, verschiedener Eiweißkörper in den Pflanzen in Zusammenhang stehen“, und zwar so, daß gewisse Eiweißkörper, die den Schmarotzern für ihre Entwicklung nötig sind, in gewissen Fällen nicht vorhanden wären und damit ein Aufkommen des Parasiten ausgeschlossen sei“. Ob die Isolierstellung des Hafers als Schwarzrostwirt gegenüber den übrigen Getreidearten in solcher Weise zu erklären ist, ist erst noch zu erforschen.

sowohl auf dem Felde, wie im Laboratorium mit demselben negativen Resultate. Es war unter solchen Umständen eine Überraschung, als die letztgenannten Forscher 1904 reichliche Teleutosporenbildung antrafen, und zwar auch an Lokalitäten, wo im vorigen Jahre, trotz wiederholter, sorgfältiger Untersuchung, während 2 Monaten keine Spur davon entdeckt worden war.

Eine andere Eigentümlichkeit morphologischer Art ist das regelmäßige Fehlen von Paraphysen bei der indischen *Puccinia glumarum* (Butler, II, S. 29).

Unter den biologischen Eigentümlichkeiten der indischen Getreideroste haben wir in erster Linie die sehr herabgesetzte, oft ganz fehlende Keim- und Ansteckungsfähigkeit ihrer Sporenformen zu beachten. Diese Erscheinung ist nicht nur an und für sich beachtenswert, weil sie dartut, welche eingreifende, ja bisweilen umschaffende Einwirkung die klimatischen Verhältnisse des Landes auf die Ausbildung der Pflanzenspezies in der einen oder anderen Richtung ausüben können, sondern auch, und zwar in viel höherem Grade, infolge ihrer weitgehenden Konsequenzen für ein besseres Verständnis, ja unzweifelhaft für die endgültige Lösung des Getreiderostproblems überhaupt.

In der Zentralebene Indiens wird der Weizen im allgemeinen in der ersten Hälfte des Novembers gesät. Etwa 1 Woche später schießen die ersten Keimlingsblätter in die Höhe. Mitte Januar, also 8 Wochen nach der Saat, werden die ersten Uredopusteln sichtbar und bald danach folgt auch das Teleutostadium des Pilzes. In den März fällt die gewöhnliche Erntezeit. Von da ab herrscht eine lange Ruhe mit fürchterlicher Hitze und Trockenheit, zuletzt von einer Regenperiode abgelöst. Im November findet die neue Saat statt.

Jedes Jahr ist das Teleutostadium des Schwarzrostpilzes mehr oder weniger reichlich vorhanden. Allein in Indien ausgeführten Versuche, die Teleutosporen zur Keimung zu bringen, waren indessen vergebens, sowohl die im Jahre 1902 von Haymann, wie auch die später von Butler ausgeführten (Butler, I, S. 9). Man hat diese Sporen in Indien nie zum Keimen bringen können (Butler, II, S. 28).

Diese Erscheinung paßt auch gut damit zusammen, daß der Schwarzrostpilz in Indien ohne ein Zwischenstadium auf der Berberitze Jahr für Jahr fortlebt. Nach den neuesten Untersuchungen von Butler (III, S. 25) ist der Schwarzrost eine der gewöhnlichsten Rostarten Zentralindiens, während die Berberitze auf die höheren Gebirge des Himalayas und auf 1 oder 2 andere Gipfel beschränkt ist. Im Jahre 1904 traf man den Schwarzrost auf jedem Weizenfelde auf Lokalitäten über 600 englische Meilen vom nächsten Berberitzenstrauche entfernt, „a distance through which it is absurd to suppose that aecidiospores could be carried by the wind in any quantity“. Seine Meinung präzisiert Butler vielleicht noch bestimmter, indem er hinzufügt: „The statement often repeated that the cereal rusts are largely caused by the leaf fungi of the Himalayan forest is therefore devoid of foundation“.

Dazu kommt noch, daß die Verbreitung von *Aecidium Berberidis* äußerst beschränkt ist. In der Umgebung von Simla findet man dasselbe auf *Berberis Lycium*, vielleicht auch auf *B. coriaria*,

*B. aristata* und noch einer Spezies (*B. umbellata* ?) und westlich von Simla vielleicht auf dort wachsender *B. vulgaris*. Es ist indessen auffällig, daß auf dieser einzigen Stelle des Himalaya, wo das echte Berberitzenaecidium auftritt, der Getreideschwarzrost äußerst selten ist. Beim Suchen während vieler Jahre fand daher Barclay nur einmal den Schwarzrost auf Weizen in der Nähe von Simla. Gewöhnlich tritt aber hier diese Rostart an einem wildwachsenden Grase auf, dessen Spezies nicht bestimmt ist, und es gelang Barclay mit aus diesem Grase stammenden Teleutosporen, Aecidien auf *Berberis Lycium* zu produzieren. Es läßt sich hieraus schließen, daß die auf dem wilden Grase auftretende Schwarzrostform eine eigene spezialisierte Form des Pilzes ist, die weder im Uredo-, noch im Aecidiumstadium das Getreide anstecken kann. Östlich von Simla kommt, nach Butler, *Aecidium Berberidis* nicht vor. Hier trifft man an den Berberitzen andere Rostspezies, die nichts mit *Puccinia graminis* zu tun haben. 2 solche Arten hat Butler (III, S. 27—31) genau beschrieben und als neue Spezies aufgestellt: *Aecidium montanum* auf *Berberis Lycium*, *B. coriaria* und *B. aristata* in Nordwest-Himalaya, und *Puccinia Droogensis* auf *Berberis aristata* in Droog (Nilgiri Hills) in einer Höhe von 6000 Fuß. Eine 3. Spezies ist die von Massee früher aufgestellte *Gambleola cornuta*, die auf *Berberis nepalensis* in Mussoorie und Jaunsar (Himalaya) auftritt.

Mit dem jetzt sicher konstatierten Fehlen eines Becherroststadiums des indischen Getreideschwarzrostes ist eine bedeutungsvolle Abgrenzung dieses Rostes von den entsprechenden europäischen und nordamerikanischen Formen hinsichtlich der Entwicklungsgeschichte bewiesen, welche unbedingt auf das tropische Klima zurückzuführen ist<sup>1)</sup>.

Sehr beschränkt scheint auch die Funktion der Uredosporen als rostverbreitend in diesen Gegenden zu sein. Es gelang Butler & Haymann (Butler, II, S. 11) nie, während der heißen Periode Rost auf im Freien wachsenden Pflanzen hier künstlich mit solchen Sporen zu produzieren, und es scheint sogar diesen Forschern zweifelhaft, ob die Sporen ihre Infektionsfähigkeit noch besitzen, nachdem sie der dort herrschenden hohen Temperatur monatelang ausgesetzt worden sind.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß wir die Unfähigkeit der Teleuto- sowie der Uredosporen, ihre sonst natürliche Funktion zu erfüllen, dem tropischen Klima des Landes zuzuschreiben haben. Dieses wird besonders ersichtlich, wenn man die dortigen klimatischen Verhältnisse näher kennen lernt. „The localities in which we have chiefly studied the disease“, sagen

<sup>1)</sup> Im Jahre 1896 hatten Cunningham & Prain (I) den Verdacht ausgesprochen, daß eine in den Weizendistrikten Indiens häufig auftretende und rosttragende Compositéenspezies, *Launaea asplenifolia* als Zwischenwirt einer der dort vorkommenden Rostarten fungieren könnte. An und für sich war wohl eine solche Vermutung wenig annehmbar, da der *Launaea*-Pilz an dieser Pflanze nicht nur Aecidien, sondern auch Uredopusteln entwickelte, und folglich einen ganz anderen Charakter als eine wirtswechselnde Uredinee verriet. Volle Sicherheit über die Unrichtigkeit des Verdachts lieferten aber erst die neuen Untersuchungen von Butler & Haymann (I, 15). 1903 führten diese Forscher eine Reihe von Infektionsversuchen mit dem *Launaea*-Pilz, teils Aecidien-, teils Uredosporen, auf Weizen und Gerste aus. Da sämtliche Versuche negativen Erfolg hatten, kann man jetzt *Launaea asplenifolia* als eventuellen Aecidienträger indischer Getreiderostpilze streichen.

Butler & Haymann, „are situated in the Indo-Gangetic plain, one of the hottest zones in India. Those who have not experienced the fierce heat of the early summer months in this part of the world can scarcely appreciate the difficulty of believing that uredoinfection carried on from plant to plant can possibly account for the annual outbreak of rust. The maximum day shade temperature remains above 100° F. (= über 38° C.) for weeks at a time, and the surface of the soil is naturally exposed to a much higher temperature than this“.

Eine detailliertere Kenntnis von den Witterungsverhältnissen Indiens gebe ich nach H. F. Blauford (I) in der untenstehenden Tabelle 14. Diese Tabelle gibt die Temperaturen, die Niederschlagsmengen und die Niederschlagstage, alles in Mittel aus einer langen Reihe von Jahren an 3 meteorologischen Stationen des Landes, in Bombay, Calcutta und Simla.

Tabelle 14. Die Witterungsverhältnisse Indiens nach Beobachtungen an den meteorologischen Stationen in Bombay, Kalkutta und Simla.

Monate	Temperaturen			Niederschlagsmengen			Niederschlagstage		
	Bombay C	Kalkutta C	Simla C	Bombay mm	Kalkutta mm	Simla mm	Bombay	Kalkutta	Simla
Januar . . . . .	22,8	18,4	3,8	3	11	71	1	2	3
Februar . . . . .	23,9	21,3	4,8	0	24	69	1	3	5
März . . . . .	26,0	26,3	10,8	0	33	76	0	3	6
April . . . . .	29,5	29,4	15,2	1	55	71	0	5	6
Mai . . . . .	29,6	29,8	18,9	14	144	119	2	10	9
Juni . . . . .	29,3	29,2	19,4	522	302	201	20	18	10
Juli . . . . .	28,3	28,3	17,9	624	325	490	29	24	21
August . . . . .	28,0	28,0	17,1	378	342	460	26	24	22
September . . . . .	28,0	28,1	16,1	278	262	152	21	18	12
Oktober . . . . .	26,6	26,7	13,7	45	130	36	7	8	2
November . . . . .	22,2	22,4	10,1	12	17	8	1	2	1
Dezember . . . . .	18,4	18,5	6,3	1	7	28	0	1	2
Ganzes Jahr . . . . .	25,4	25,5	12,8	1878	1652	1781	108	118	99

Es ist sehr beachtenswert, daß, trotz der jetzt angeführten ungünstigen Umstände, — des Fehlens eines Becherroststadiums und des mehr oder weniger vollständigen Erlöschens der Keim- und Ansteckungsfähigkeit der befindlichen Sporenformen — dennoch der Schwarzrost, sowie auch die in analoger Weise fortlebenden Braun- und Gelbroste, Jahr auf Jahr an den indischen Weizen- und Gerstenfeldern wiederkommen, und zwar oft so häufig, daß man nicht selten in Indien den Boden zwischen den Pflanzen, Feld auf Feld, von niedergefallenem Sporenstaub rotgefärbt findet (Butler, I, S. 3).

Diese Jahr auf Jahr wiederholte Erscheinung weist teils auf einen sehr effektiven Einfluß des Klimas auf die Lebensweise des Schmarotzers, teils auf eine nicht weniger beachtenswerte Resistenz oder Anpassungsfähigkeit dieses Schmarotzers gegenüber den klimatischen Eigentümlichkeiten des Landes hin. Sie mahnt aber auch zu unbedingter Vorsicht, die Bedeutung des Sporenlebens in der Ökonomie der Pilze nicht zu überschätzen, — wie

es in unseren Tagen meistens geschieht, — sondern in dem vegetativen Systeme des Pilzes im Innern der Nährpflanze den Schwerpunkt für das Wiederauftreten der Epidemie zu suchen.

Nach dieser Darlegung eines tief umgestaltenden Einflusses der klimatischen Faktoren eines Landes auf das Wesen der Getreideroste im allgemeinen dürfte es vielleicht verständlicher sein, daß die Spezialisierung des Schwarzrostes in Indien so ausgefallen ist, wie oben beschrieben wurde. Das am meisten auffällige Moment dieser Spezialisierung, die absolute Immunität des Hafers gegenüber dieser Rostart könnte man sich als den sichtbaren Ausschlag einer hier rein tötenden Einwirkung des indischen Klimas auf den Parasiten in seiner Symbiose mit der Nährpflanze denken, ein Ausschlag, der mit der allgemein hervortretenden Isolierung des Hafers als Schwarzrostwirt zusammenhängt. Diese Isolierung kommt in der Weise zum Ausdruck, daß der Hafer, durch das Klima einmal von seinem Schmarotzer befreit, jeden Angriff durch andere Schwarzrostformen zurückweist.

Die andere Eigentümlichkeit in der Formenbildung des Schwarzrostes in Indien ist die Alleinherrschaft der Form des Weizens. Dieses Phänomen will ich teils auf die dominierende Stellung der Weizenkultur des Landes, teils auf die allgemein hervortretende Genossenschaftstendenz zwischen Gerste und Weizen als Schwarzrostwirte zurückführen. Wie bedeutend die indische Weizenkultur ist, kann man aus dem hohen Range Indiens in der Weizenkultur der Welt schließen. Als weizenproduzierend kam also in der Jahresfolge 1909—1913 durchschnittlich nach den Vereinigten Staaten Nordamerikas mit 187 Millionen Deziton (19% der Welt-ernte) und dem Europäischen Rußland mit 181 Millionen Deziton (18%) an dritter Stelle Indien mit 96 Millionen Deziton (10%). Gleichzeitig war die indische Gerstenproduktion so unbedeutend, daß sie in der modernen Statistik gar nicht mitgerechnet wird. Mit der also dominierenden Stellung des Weizens als Kulturgetreide ist auch die Alleinherrschaft seiner Schwarzrostform zur Realität gekommen.

### β) Uruguay.

Wenn man sich eine richtige Auffassung von der Einwirkung der klimatischen Verhältnisse in Uruguay auf die Ausbildung der Getreiderostformen des Landes, soweit das überhaupt möglich ist, bilden will, so darf man nur auf die Feldkultur alter einheimischer Getreidesorten Rücksicht nehmen. Nur in dieser Kultur haben nämlich die seit Jahrzehnten, ja vielleicht Jahrhunderten, beeinflussenden Faktoren des Landesklimas wirken und dem Pflanzenleben, dem kranken sowie dem gesunden, ein sonderbares Gepräge verleihen können. Anders stellt sich die Sache mit Parzellenkultur ausländischer, neuimportierter Sorten. Für diese ist man verpflichtet, auch mit aus dem entfernten Produktionslande eventuell mitgebrachten, besonderen innewohnenden Eigenschaften, die das Versuchsergebnis mehr oder weniger wesentlich verschieben können, zu rechnen. Folglich lasse ich hier die Studienresultate von dem Versuchsfelde in Montevideo-Sayago in diesem Zusammenhange ganz außer acht, und beschränke mich auf die von den Ackerfeldern mit einheimischen Getreidesorten stammenden Beobachtungen.

Um die Beeinflussung des Klimas eines Landes auf die Entwicklung und Formenbildung der dort vorkommenden Pilzarten, im Vergleich mit



denselben in anderen Ländern, wenn möglich beurteilen zu können, muß man vor allem die voraussichtlich ausschlaggebenden Witterungsfaktoren des Landes möglichst genau kennen. Zu diesem Zwecke gebe ich in untenstehender Tabelle 15 nach L. Morandi (I) eine Zusammenstellung der Temperaturen, Niederschlagsmengen und Niederschlagstage in Montevideo, alles in Mittel der Jahresfolge 1901—1910.

Die spezifischen Eigentümlichkeiten in der Entwicklung und Formenbildung der einzelnen Rostarten sind in Uruguay, wie in Indien, teils morphologischer, teils biologischer Natur, und sie kommen an den verschiedenen Getreidearten in verschiedenem Maße zum Vorschein.

Tabelle 15. Die Witterungsverhältnisse Uruguays nach Beobachtungen an der meteorologischen Station in Montevideo in den Jahren 1901—1910.

Monate	Temperaturen C s	Niederschlags- mengen mm	Niederschlags- tage
Januar . . . . .	+ 22,1	68	7
Februar . . . . .	+ 21,8	57	6
März . . . . .	+ 20,3	67	6
April . . . . .	+ 17,3	68	6
Mai . . . . .	+ 13,7	48	5
Juni . . . . .	+ 11,4	61	6
Juli . . . . .	+ 10,4	57	6
August . . . . .	+ 10,4	66	6
September . . . . .	+ 13,3	79	6
Oktober . . . . .	+ 15,7	59	6
November . . . . .	+ 18,4	59	6
Dezember . . . . .	+ 21,1	72	6
Ganzes Jahr . . . . .	+ 16,3	762	70

Was zunächst die Hauptrostart des uruguayischen Hauptgetreides, die *Puccinia triticea*, betrifft, so kommt dieselbe auf den Weizenfeldern, in den verschiedensten Teilen Uruguays, sowie in Südbrasilien und der Provinz Buenos Aires, mit Ausnahme der ersten Wochen nach der Saat, regelmäßig vor, im Uredostadium meistens von Anfang August und im Teleutostadium von Anfang Oktober bis zur Erntezeit des Weizens im Dezember. Von einer herabdrückenden Einwirkung des Klimas auf die Lebensenergie dieser Rostspezies kann also ebensowenig in Uruguay wie in Indien die Rede sein. Vielmehr zeugen die schnelle und kräftige Entwicklung des Weizenbraunrostes und die damit zusammenhängende relative Schädigung dieses Rostes auf den indischen und uruguayischen Weizenfeldern von einer Überlegenheit der unter wärmerem Klima ausgebildeten Pilzrassen. Dieser biologischen Überlegenheit scheint indessen nicht unbedingt eine morphologische Vollkommenheit zu folgen. So kommt in Indien, wie ich mir denke, infolge der kürzeren Vegetationszeit und der intensiveren Hitze, meistens das Teleutostadium dieses Pilzes nicht zur Ausbildung.

Daß diese Rostart ein wärmeres Klima bevorzugt, kann man übrigens auch daraus schließen, daß, während nach Gassner (I, S. 325), „die Intensität des Rostbefalles der Weizenfelder durch *Puccinia triticea*

für Uruguay und die weiter südlich gelegenen Landstriche Südamerikas im allgemeinen keine so starke ist, daß sie eine Gefährdung des Weizenbaues in diesem Teile Südamerikas bedeutet“, diese Rostart im wärmeren Südbrasilien so intensiv auftritt, daß „die Frage des Weizenbaues in erster Linie eine Getreiderostfrage ist“.

Wesentlich anders verhält es sich mit dem Schwarzroste auf den uruguayischen Weizenfeldern. Diese Rostart, die im allgemeinen einem temperierten oder kalten Klima mehr angepaßt ist, findet sich offenbar in Uruguay auf ungünstigem Boden, in der Peripherie ihres natürlichen Ausbreitungsgebietes. Dieses kommt besonders durch das sehr unregelmäßige Auftreten des Pilzes in verschiedenen Jahren an denselben Lokalitäten zu unverkennbarem Ausdruck. So waren, wie schon oben angegeben, die Weizenfelder in der Umgebung Montevideos in den Jahren 1906—1908 frei von Schwarzrost, während das Vorhandensein dieser Rostart in denselben Jahren an Strohproben von Weizen aus Norduruguay nachweisbar war. Umgekehrt wurde im Jahre 1909 Schwarzrost in der Umgebung Montevideos von Ende November ab beobachtet, während er im Norden noch fehlte. Als Schwachheitszeichen kann man es vielleicht auch rechnen, daß in den Fällen, wo Krankheitsausbruch erfolgt, der Pilz so spät kommt, daß eine Gefährdung der Ernte ausgeschlossen ist, und daß die Teleutobildung der ersten Uredobildung „fast auf dem Fuße“ folgt.

Die Verschiedenheiten im Auftreten des Schwarzrostes auf den Gersten- und Haferfeldern Uruguays, wo dieser Rost an solchen Feldern, die zu Körnerernte im Dezember getrieben wurden, nicht zum Ausbruch kam, sondern nur auf den Feldern, welche bis dahin ungeerntet gelassen worden waren, diese Verhältnisse zeugen auch ihrerseits, meines Erachtens, von einem Schwachheitszustande des betreffenden Pilzes.

Als eine von der Landesvegetation und dem Landesklima bedingte Beschränkung im Lebens- und Entwicklungsmodus des Schwarzrostpilzes in Uruguay, sowie in Indien und Australien, muß man wohl auch das vollständige Fehlen des Becherroststadiums des Pilzes, des *Aecidium Berberidis*, betrachten. Soweit bekannt, fehlt auch *Berberis vulgaris* in Uruguay sowie in anderen südamerikanischen Staaten, und keine andere Nährpflanzenart wird von Gassner als Stellvertreterin für diese Berberitze erwähnt.

Eine sonderbare Stellung als Rostwirt nimmt der Hafer gegenüber dem Kronenrost *Puccinia coronifera* ein. Es kommt in Uruguay ein auffälliger Unterschied zwischen dem einheimischen, „seit vielen Jahrzehnten im Lande nachgebauten und dort ausgezeichnet akklimatisierten Landhafer“, dem sogenannten „Uruguayhafer“ einerseits und den frisch aus Europa (Deutschland, Frankreich und England) eingeführten Hafersorten“ andererseits zum Vorschein. An den Feldern europäischer Hafersorten „stellte sich“, sagt Gassner (II, S. 333), „nach einem anfänglich sehr üppigen und prachtvollen Wachstum sehr bald ein äußerst heftiger Rostbefall ein“, infolgedessen „die Pflanzen größtenteils abgetötet wurden, bevor sie überhaupt zum Schossen gekommen waren“, oder in den Fällen, wo Schossen und Rispenbildung erfolgten, „die entwickelten Rispen größtenteils taub blieben“. Ganz anders verhält sich der Uruguayhafer. Dieser Hafer, sagt Gassner (II, S. 334), unterscheidet sich von den mitteleuropäischen Hafersorten nicht nur durch „seine Eigenschaft eines subtropischen Wintergetreides, das nur

nach Durchlaufen des subtropischen Winters zum Schossen und Blühen schreitet“, sondern auch durch seine „bedeutende Rostwiderstandsfähigkeit“, infolgedessen dieser Hafer „in Uruguay und angrenzenden Ländern in nicht unbedeutendem Maße und mit hohem Nutzen, vor allem im Westen Uruguays, angebaut wird“.

Es liegt außerhalb der Aufgabe dieser Abhandlung, hier eine Erklärung der Verschiedenheit zwischen den alten einheimischen und den frisch importierten Hafersorten zu versuchen. Ich beschränke mich also, darauf aufmerksam zu machen, daß wir den vorher mehrmals besprochenen sonderbaren Eigenschaften des Hafers, teils als Rostwirt eine Isolierstellung gegenüber den übrigen Getreidearten einzunehmen, teils besonders stark vom Landesklima beeinflusst zu werden, hier von neuem begegnen. Es ist dasselbe Phänomen, das in Indien unter den dort herrschenden, noch mehr herabdrückenden, abnormen Witterungsverhältnissen in der Weise zum Ausdruck gekommen ist, daß der Hafer in Indien sich gegen alle Getreiderostarten vollständig immun zeigt.

Als eine mit den umgebenden Vegetations- und Klimaverhältnissen zusammenhängende Beschränkung im Entwicklungszyklus kann man übrigens auch bei dem Kronenroste das Fehlen eines Becherroststadiums des Pilzes, des *Aecidium Catharticae*, in Uruguay betrachten.

#### E. Literaturverzeichnis.

- Arthur, J. C., The *Aecidium* as a device to restore vigor to the fungus. (Proceed. Soc. for the Prom. of Agric. Science. Vol. 23. 1902.)  
 —, The *Aecidium* of the Maize Rust. (Bot. Gaz. Vol. 38. 1904.)  
 Barclay, A., Rust and Mildew in India. (Journ. of Bot. Vol. 30. 1892.)  
 Blandford, H. F., Practical Guide to the Climates and Weather of India, Ceylon and Burman. London 1889.  
 Bolley, H. L., Wheat Rust. (Ind. Agr. Exp. Stat. Bull. 26. 1889.)  
 Bubák, F., Beitrag zur Kenntnis einiger Uredineen. (Ann. Myc. Vol. 3. 1905.)  
 Butler, E. J., The Indian Wheat Rust Problem. (Departm. of Agric. in India. Bull. 1. 1903.)  
 —, The Barberry Rusts. (The Ind. Forester. (Some Indian Fungi.) 1905.)  
 Butler, E. J. & Haymann, J. M., Indian Wheat Rusts. (Departm. of Agric. in India, Mem., Bot. Ser. Vol. 1. 1906.)  
 Carleton, M. A., Cereal Rusts of the United States. (U. S. Departm. of Agric., Div. of Veg. Phys. and Path. Bull. 16. 1899.)  
 Corda, A. C. S., Icones Fungorum hucusque cognitorum. T. 1. Prag 1837.  
 Cunningham, D. & Prain, D., A note on Indian Wheat Rusts. (The Bot. Surv. of India Rec. Vol. 1. Calcutta 1896.)  
 Decandolle, A. P., Flore française. Ed. 3. T. 6. S. 2. Paris 1815.  
 Eriksson, J., Über die Spezialisierung des Parasitismus bei den Getreiderostpilzen. (Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. 1894.)  
 —, Neue Untersuchungen über die Spezialisierung, Verbreitung und Herkunft des Schwarzrostes. (Jahrb. f. wiss. Bot. 1896.)  
 —, Sur l'origine et la propagation de la rouille des céréales par la sèmençe. (Ann. d. Sc. Nat. Paris. Sér. 8. T. 14/15. 1900—1901.)  
 —, Über die Spezialisierung des Getreideschwarzrostes in Schweden und in anderen Ländern. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. 1902.)  
 Evans, L. B. Pole, South African Cereal Rusts, with Observations on the problem of breeding rustresistant wheats. (The Journ. of Agric. Scienc. Vol. IV. 1911—1912.)  
 Fischer, E., Die biologischen Arten der parasitischen Pilze und die Entstehung neuer Formen im Pflanzenreiche. (Atti d. Soc. Elvet. d. Sc. Nat. Locarno 1903.)  
 —, Der Speziesbegriff bei den parasitischen Pilzen. (Verhandl. d. Schweiz. Naturf. Ges. Luzern 1905.)  
 —, Der Entwicklungsgang der Uredineen und die Entstehung neuer Formen im Pflanzenreiche. (Mitt. d. Naturf. Ges. Bern 1907.)

- Fischer, E., Der Speziesbegriff und die Frage der Speziesentstehung bei den parasitischen Pilzen. (Schweiz. Naturf. Gesellsch. Genève 1916.)
- Fontane, Felice, Osservazione sopra la ruggine del grano. Lucco 1767.
- Freeman, E. M. & Johnson, E. A., The Rusts of Grains in the United States. (U. S. Departm. of Agric. Bur. of Pl. Ind. Bull. 216. 1911).
- Gartner, C., Horticultura. Köbenhavn 1694.
- Gaßner, G., Beobachtungen und Versuche über den Anbau und die Entwicklung von Getreidepflanzen im subtropischen Klima. (Jahresber. d. Ver. f. angew. Bot. Jahrg. 8. 1911.)
- , Die Getreideroste und ihr Auftreten im subtropischen östlichen Südamerika. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 44. 1915.)
- , Untersuchungen über die Abhängigkeit des Auftretens der Getreideroste vom Entwicklungszustand der Nährpflanze und von äußeren Faktoren. (Ibid.)
- Gmelin, J. F., Linné, Systema naturae. T. 2. P. 2. Lipsiae 1791.
- Hecke, L., Infektionsversuche mit *Puccinia Maydis* Bereng. (Ann. Mycol. Vol. 4. 1906.)
- Hornemann, J. W., Om Berberissen lian frembringe Kornrust. (Nye Oecon. Ann. Bd. 2. 1816.)
- Jacquín, N. J., Collectanea ad botanicam, chemiam et historiam naturalem spectantia. Vol. I. Vindobonae 1786.
- Jaczewski, A. v., Studien über das Verhalten des Schwarzrostes des Getreides in Rußland. (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 20. 1910.)
- Klebahn, H., Die wirtswechselnden Rostpilze. Berlin 1904.
- Lind, J., Berberisbusken og Berberisloven. (Tidskr. f. Planteavl. Bd. 22. 1915.)
- Linné, C. v., Flora Suecica. Stookholmiae 1744.
- Lindroth, (Liro), J. L., Die Umbelliferen-Uredineen. (Act. pro Faun. et Fl. Feun. Vol. 22. 1902.)
- Loverdo, J., Les Maladies cryptogamiques des céréales. Paris 1892.
- de Magneville, Mémoire sur la Rouille des Blés, tendant, à prouver qu'elle n'est pas produite par l'Epine-Vinette. (Mém. Soc. Roy. d'Agric. et de Comm. de Caen. T. 3. 1830.)
- Massee, G., On the Origin of Parasitism in Fungi. (Phil. Trans. Roy. Soc. of London. Ser. B. Vol. 197. 1905.)
- Mc Alpine, D., The Rusts of Australia, their Structure, Nature and Classification. (Dep. of Agric. Victoria. 1906.)
- Morandi, L., Diez anos de observaciones meteorologicas en el observatorio del Prado Montevideo 1911.
- Müller, F., Beiträge zur Kenntnis der Graaroste. (Beih. z. Bot. Centralbl. Bd. 10. 1901.)
- Palmberg, J., Serta florea suecana eller Svensk Örtekrantz. Strengnäs 1634.
- Persoon, C. H., Tentamen dispositionis methodicae fungorum. Lipsiae 1797.
- Pfeffer, W., Locomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize. I. (Bericht d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. I. 1883.)
- , Locomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize. II. (Unters. Bot. Inst. Tübingen. Bd. 1. 1884.)
- , Über chemotaktische Bewegungen von Bakterien, Flagellaten und Volvocineen. (Ibid. Bd. 2. 1888.)
- Phytopathologie. Vol. 5. Baltimore 1915.
- Powright, C. B., The Connection of Wheat Mildew with the Barberry. (The Garden Chron. Ser. 2. Vol. 18. 1882.)
- Prairie, D., Siehe Cunningham, D. & Prairie, D.
- Prillieux, E., Maladies des plantes agricoles, et des arbres fruitiers et forestiers causées par des parasites végétaux. Paris 1895.
- Retzius, A. j., Försök till Flora oeconomica Sueciae. Lund 1806.
- Thöni, J. & Thaysen, A. C., Versuche zur Herstellung von spezifisch wirkenden Getreideantiseris für den Nachweis von Mehlfälschungen. (Zeitschr. f. Imm.-Forsch. T. 1. Bd. 23. 1915.)
- Tranzschel, W., Beiträge zur Biologie der Uredineen; I-II. (Trav. d. Mus. Bot. de l'Ac. Imp. d. Sc. de St.-Petersbourg. Livr. 3. 1906.)
- , Kulturversuche mit Uredineen in den Jahren 1911—1913. (Mycol. Centralbl. Bd. 4. 1914.)
- Ward, H. Marshall, Further Observations on the Brown Rust of the Bromes, *Puccinia dispersa* (Erikss.) and its adaptive parasitism. (Ann. Mycol. Vol. 1. 1903.)
- , Recent Researches on the Parasitism of Fungi. (Ann. of. Bot. Vol. 19. 1905.)

# Inhalt.

A. Der Stand der Spezialisierungsfrage am Ende des Jahres 1900 . . . . .	349
B. Neue Infektionsversuche am Experimentalfältet (Stockholm) in den Jahren 1901—1904 ausgeführt . . . . .	352
a) Infektionsversuche mit den Pilzformen in ihrem Teleutostadium . . . . .	352
b) Infektionsversuche in fortlaufenden Generationen. . . . .	353
c) Die biologischen Eigenschaften der in den fortlaufenden Kulturen erzeugten Uredogenerationen . . . . .	364
d) Die Spezialisierung des Pilzes durch die lokalen Wachstumsfaktoren der einzelnen Länder nachweisbar beeinflußt . . . . .	366
C. Untersuchungen in anderen Ländern ausgeführt . . . . .	368
a) Schweiz . . . . .	368
b) Rußland . . . . .	369
c) Die Vereinigten Staaten Nordamerikas . . . . .	374
d) Indien . . . . .	380
e) Transvaal . . . . .	383
f) Uruguay . . . . .	383
D. Allgemeine Betrachtungen über die Spezialisierung des Parasitismus, ihre Entstehung und ihre Durchführung, mit besonderer Rücksicht auf den Schwarzrost . . . . .	392
a) Die Abstammung und die Ausbildung der parasitischen Pilzarten und ihrer spezialisierten Formen . . . . .	392
b) Die Entstehung des Becherroststadiums der Pilzformen; die Aecidiogenese . . . . .	395
c) Die Einwirkung der nährenden Wirtspflanze auf die Natur des Pilzes . . . . .	400
d) Wird die Spezialisierung des Pilzes durch den relativen Kulturumfang der im Lande angebauten Getreidearten beeinflußt? . . . . .	401
e) Die innere Aktivität einer Nährpflanzenart gegenüber den Pilzformen anderer Nährpflanzenarten. . . . .	406
f) Die Ausbildung und Spezialisierung der Parasiten unter dem Einfluß eines tropischen oder subtropischen Klimas wesentlich beschränkt . . . . .	408
a) Indien. . . . .	408
b) Uruguay . . . . .	412
E. Literaturverzeichnis . . . . .	415

*Nachdruck verboten.*

## Serologische Untersuchung von Kornrade in Mehl und Kleie.

Von J. Becker.

Es ist nicht das erstemal, daß der Versuch unternommen wurde, mit Hilfe der Serumreaktion Mehle von Feldfrüchten zu untersuchen.

Werner Magnus schrieb 1909 über „Die Erkennung von Mehlverfälschungen durch die serodiagnostische Methode“<sup>1)</sup>, ihm ging eine Arbeit Bertarellis, „Die Verwendung der biologischen Methode zur Auffindung und Diagnose der Hülsenfruchtmehle, mit besonderer Berücksichtigung der Wicke“<sup>2)</sup>, voraus. Eng verknüpft ist ferner die Untersuchung pflanzlicher Eiweißstoffe mittels Serum vor allem mit den Namen: F. Ballner, D. Gasis, K. Gohlke, Y. Inomata, F. Janchen, Alb. Kowarski, L. K. Relander, J. O. Sauli, M. Wilenko und Zade.

<sup>1)</sup> Landw. Jahrb. Bd. 37. Erg.-Bd. 5.

<sup>2)</sup> Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 11.

Den vorliegenden Untersuchungen war das Ziel gesteckt, die Anwesenheit von *Agrostemma Githago* L., der Kornrade, im Weizenmehl, Weizenkleie und Roggenmehl mit Hilfe der Präzipitinreaktion nachzuweisen. Die Beimengung von Rade in diesen menschlichen und tierischen Nahrungs- bzw. Futtermitteln ist nicht ganz ohne Bedeutung, enthalten doch die wegen der gleichen Korngröße, wie Weizen, nur mit dem Trieur auszuputzenden *Agrostemma* Samen, namentlich in den Schalen, ein drastisch wirkendes Alkaloid, das Agrostemmin, und ein scharf giftiges, dem Saponin ähnliches, Glukosid, das Githagin. O. Hagemann, um an der Sache nicht ohne Beispiel vorüberzugehen, hat den Nachweis geführt<sup>1)</sup>, daß die Verfütterung von stark kornradehaltigem Mehl an Milchkühe eine Erzeugung von Milch mit minderwertigem und abnorm beschaffenem Fett zur Folge hat. Ein weiterer Grund dieser serologischen Untersuchungen ist der ungemün umständliche und auch unsichere Nachweis von Kornrade in Mehl mit Hilfe chemischer Arbeitsarten.

Zur Herstellung der Eiweißextrakte aus den Radesamen usw. wurden von ihnen 25 g in möglichst feingemahlenem Zustande erst mit Äther ausgewaschen, dann mit je 200 ccm 10 proz. Kochsalzlösung 1 Stunde ausgelaugt und klar filtriert. Im Filtrate wurden die vorhandenen Eiweißkörper mit schwefelsaurem Ammonium ausgefällt, abfiltriert und auf einem Wasserbade bei 35–40° C getrocknet. Das auf diese Weise erhaltene, reversible Eiweißpulver diente in Mengen von je 0,5 g auf 1 ccm physiologischer Kochsalzlösung zur Darstellung sowohl von Injektionslösung, als auch zu der von den Grundkonzentrationen für die Reaktionslösungen. Es war durch diese Arbeitsweise möglich, mit genau abgewogenen und bekannten Eiweißmengen in allen Extrakten zu arbeiten, was von großem Vorteile, um nicht zu sagen, von Voraussetzung, für exakte Versuchsergebnisse ist. Vorausgegangene Untersuchungen auf demselben Gebiete, bei denen zur Extrakterstellung die Eiweißkonzentration der Flüssigkeit nur mittels ihrer Einengung auf dem Wasserbade, unter Zuhilfenahme der Stickstoffbestimmung nach der Kjeldahlmethode, Modifikation Gunning-Atterberg, die, nebenbei bemerkt, bei vorliegenden Arbeiten unendlich viel Zeit und auch Material wegnahm, bewerkstelligt wurde, ergaben nie so genaue und übereinstimmende Reaktionsergebnisse, wie sie nach der angeführten Arbeitsweise erreicht wurden. Es erscheint deshalb als Grundregel für die Arbeiten mit pflanzlichen Eiweißen, nur mit ganz genau abgemessenen, gleichartigen und bekannten Eiweißmengen in allen Lösungen zu arbeiten.

Die Erzeugung, Gewinnung und Herstellung des wirksamen Serums geschah nach den landesüblichen Regeln mit Hilfe von ausgewachsenen und kräftigen Kaninchen von Wildfarbe.

Die Präzipitinreaktionen ergaben sehr befriedigende Ergebnisse. Zur besseren Übersicht sei zunächst ein Untersuchungsprotokoll angeführt (siehe die Tabelle).

Aus der Tabelle ist zu entnehmen, daß es mit Hilfe des angewendeten Serums möglich war, die Anwesenheit von noch 0,36 Proz. Kornrade in Weizenmehl durch eine sehr deutliche Reaktion festzustellen. Von der unbedingten Spezifität des Nachweises soll dabei ganz abgesehen werden. Dasselbe Resultat wurde mit dem gleichen Serum in Mischungen von Rade- und Roggeneiweiß erhalten. Von einem 2. Versuchstiere gewonnenes Anti-

<sup>1)</sup> Landw. Jahrb. 1903.

## Nachweis von Kornrade in Weizenmehl mittels Antiserum.

I = Reaktion sehr stark, II = stark, III = deutlich, — = Trübung.

Serum- menge  ccm	Antigenlösung				Reaktion bei Verdünnung der Antigen- lösung $1/_{200}$	Reaktion mit normalem Serum
	Menge der physiolog. Kochsalz- lösung ccm	Gehalt in g		Gehalt in Prozenten Kornrade		
		Weizen- eiweiß	Kornrade- eiweiß			
1	1	0,5	—	—	—	—
1	1	—	0,5	100	III	—
1	1	0,25	0,25	50	III	—
1	1	0,375	0,125	25	III	—
1	1	0,438	0,062	12	III	—
1	1	0,469	0,031	6,2	II	—
1	1	0,485	0,015	3,0	II	—
1	1	0,4925	0,0075	1,5	II	—
1	1	0,4963	0,0037	0,74	I	—
1	1	0,4982	0,0018	0,36	I	—

Radeserum ergab deutliche Reaktionen bis zu einem Anteil von 0,74 Proz. Rade in Weizenkleie, ein 3. zeigte noch bei 0,15 Proz. Kornradagehalt in Dinkelmehl eine entsprechende Trübung. Es spielt hier eben die individuelle Veranlagung des Versuchstieres eine ganz erhebliche und niemals auszuschaltende Rolle. Um Mißverständnissen vorzubeugen, sei gesagt, daß die Verdünnung der Antigenlösung  $1/_{200}$  gewählt wurde, um mit Sicherheit schon von vornherein eine Nebenreaktion des Serums mit Weizen- bzw. Roggen-eiweiß auszuschalten, die ja bei sehr aktivem Serum und in geringen Verdünnungen eintreten könnte. Ich bin mir wohl bewußt, daß ich damit unter Umständen auf die Möglichkeit des Nachweises von noch geringeren Mengen Kornrade in Mehl Verzicht leistete, aber mir genügten die erreichten Ergebnisse für die folgenden vergleichenden Arbeiten.

Die so gewonnenen Untersuchungsergebnisse wurden nämlich in Konkurrenz gestellt mit dem chemischen Nachweis der Kornrade in denselben Materialien.

Zuerst wurde ein Versuch gemacht mit der von H. Medikus und Kober<sup>1)</sup> angegebenen Methode: 25 g Weizenmehl mit einem Gehalt von 0,5 Proz. Kornrademehl wurde zur Entfettung mit Petroläther behandelt, darauf heiß mit 80 g Chloroform und 20 g absolutem Alkohol ausgezogen, filtriert und eingedampft. Der entstehende, schwach gelbliche Rückstand wurde, der Vorschrift entsprechend, mit wenig heißem Wasser versetzt, filtriert und nochmals eingedampft. Der entstehende Rückstand soll bei kornradehaltigem Mehl, mit konzentrierter Schwefelsäure versetzt, eine rosafarbene bis braunrote Farbenreaktion geben. Sie trat in diesem Falle nicht ein, da der Prozentgehalt des Mehles an Rade für diese Untersuchung zu gering war. Bei Verwendung erheblich höherer Mehlmengen könnte unter Umständen ein positives Ergebnis erzielt werden.

Auch die Methode nach A. Petermann<sup>2)</sup>: Auslaugung der kornradehaltigen Mehle mit 85 Proz. Alkohol, Fällung mit absolutem Alkohol, Trocknung des Niederschlages, Aufnahme mit kaltem Wasser, nochmalige Fällung mit absolutem Alkohol und abermalige Trocknung des Niederschlages

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmitt. Bd. 5. 1902. S. 1077.

<sup>2)</sup> Bull. de l'Acad. de Belgique. 1879. Août.

mit näherer Untersuchung seiner wäßrigen Lösung mit Jodlösung auf Stärke, Fehlingscher Lösung und etwas Salzsäure auf Zucker bzw. Glukosid, Bleiessig und Kochen auf Eiweiß ergab kein befriedigendes Resultat zum Nachweis des in der Rade enthaltenen Githagins bei niedrigem Prozentgehalt in Getreidemehl.

Die Farbenreaktion nach A. F. Vogel<sup>1)</sup> bei Behandlung von kornradhaltigem Mehl mit 5 Proz. Salzsäure und 70 Proz. Weingeist ist, wegen Mangel an Spezifität, nicht allzu brauchbar; denn sowohl Kornrade als auch Taumelloch ergeben dieselbe orangegelbe Färbung.

Kurz zusammengefaßt ersieht man also, daß der Nachweis der Kornrade in Nahrungs- und Futtermitteln am sichersten und einfachsten mit Hilfe der Serumaktion geführt werden kann, namentlich wenn es sich um kleine Mehlproben mit geringem Prozentgehalt an Rade handelt. Der Hauptvorteil liegt, neben der Spezifität der Reaktion, in der Einfachheit des Arbeitsganges, da ja die chemischen Untersuchungsmethoden an Umständlichkeit nichts zu wünschen übrig lassen, namentlich wäre die serologische Untersuchung einfach, wenn aktives Serum schon vorhanden wäre, was sich ja mit den heutigen Konservierungsarten mehr oder minder unschwer erreichen ließe.

*Nachdruck verboten.*

## Zur Richtigstellung.

Von Dr. E. Voges.

Erst heute kommt mir das Sammelreferat von Dr. E. Riehm über „Getreidekrankheiten und Getreideschädlinge“ in Bd. 44, 1916, S. 395 dieser Zeitschrift zu Gesicht, das über meine Arbeit „Erkrankungen der Hafersaat“<sup>2)</sup> referiert und Ausfälle enthält, die ich nicht unwidersprochen lassen kann. In meiner Arbeit heißt es: „Was aber besonders an den Wurzeln, sowohl an den primären, weiterhin absterbenden, wie an den sekundären, aus dem Hypotokyl getriebenen Wurzeln auffiel, das waren zahlreiche, eiförmige, weiße oder braune Knötchen, die sich als Nematodencocons mit Eiern und Embryonen auswiesen. Diese mit der jungen Stengelälchenbrut gefüllten Kokons lagen äußerlich den Wurzeln dicht an, gewöhnlich eingebettet in die Wurzelhaare. Die Oberhautgewebezellen (Epiblemzellen) der Wurzel waren an den Stellen wohl eingedrückt, aber nicht verletzt. Erwachsene Tiere fand ich nicht; sie traf ich nur im Mai vereinzelt in dem Scheidenteile der abgestorbenen Blätter am Halmgrunde. Welchen Anteil die Stengelälchen nun an der Erkrankung der Hafersaat hatten, das ließ sich

<sup>1)</sup> Die wichtigsten vegetabilischen Nahrungs- u. Genußmittel. 1899.

<sup>2)</sup> Deutsche Landw. Presse. 1914. No. 65.



annähernd feststellen. Denn im Frühjahr erschienen die Nematoden nur vereinzelt an den Pflanzen und an Teilen, wo sie weiter keinen Schaden anrichten konnten, da ich sie im Stengel nicht vorfand. Und im Sommer, wo die Hafererkrankung schon ihren höchsten Grad erreicht hatte, tauchte, allerdings in gewaltigen Massen, die junge Brut an den Wurzeln auf. Wie die ektoparasitische Lebensweise der Nematoden in den Jugendstadien an der Oberfläche des Nährwirtes späterhin zu einer entoparasitischen im Stengelinneren der Pflanze übergeht, das mag zunächst hier unerörtert bleiben.“

Und was macht nun Herr E. Riehm hieraus?

Er schreibt: „Wenn V o g e s nur die im Stengel lebenden Älchen für schädlich hält, weil er offenbar von dem Vorkommen von Nematoden an den Wurzeln des Hafers nichts ahnt, so kann er natürlich die Ursache der Erkrankung nicht erkennen . . . . .“

Das heißt denn doch, die Dinge auf den Kopf stellen! Ausdrücklich wird in den zitierten Sätzen zwischen der Nematodenbrut, die ich im Frühjahr äußerlich an den Wurzeln der jungen Haferpflanzen fand, und zwischen erwachsenen Tieren unterschieden, die ich nicht vorfand und die ich erst vereinzelt im Mai beobachtete, und zwar nicht an den Wurzeln, sondern in dem Scheidenteil der abgestorbenen Blätter am Halmgrunde, während sie im Stengelgewebe nicht auftraten, also hier keine Schädigungen verursachen konnten. Und da redet Herr Riehm davon, daß ich nur beiläufig angebe, daß im Frühjahr vereinzelt Nematoden an den Pflanzen auftreten und daß ich offenbar von dem Vorkommen von Nematoden an den Wurzeln des Hafers nichts ahnte!

Sodann sage ich in meinem Artikel: „Am 24. Juni hatte ich einige Haferpflänzchen mit dem sporenhaltigen Mycel der Kultur des *Fusarium didymum* aus dem unterirdischen Stengelteil der kränkenden Haferpflanzen des Feldes geimpft. Das Pilzmycel war in eine leichte Rißwunde des Scheidenteils des ersten Blattes der Haferkeimlinge der Wasserkultur übertragen. Nach acht Tagen erschien an den Wundrändern auf der Blattoberfläche eine Pilzvegetation mit reicher Sporenentwicklung. Und wie man erwartet, so waren die lebenden Zellen in der Umgebung der gebräunten Wundränder von Pilzfäden durchzogen, die von dem abgestorbenen Zellgewebe der Wundränder in das angrenzende lebende eingedrungen waren. Ein andersartiger Infektionsversuch, den ich vornahm, bestand darin, daß in Gartenerde in einer Porzellanschale gezogene Haferkeimlinge geimpft wurden, indem Stückchen einer Gelatinereinkultur des *Fusarium didymum* auf das erste, das scheidenförmige Samenblatt (Kotyledon), welches den Keimling umschließt, gebracht wurden ohne irgendwelche Verletzung der Pflanze. Schon drei Tage nach der am 2. Juli vorgenommenen Impfung hatten die aufgetragenen Pilzmycelstückchen in der feuchtwarmen Atmosphäre unter der Glasglocke ein überaus üppiges flockiges Luftmycel gebildet mit einer reichen Fruchtbildung aus großen Sporen. Aber Eingang in das Zellgewebe des scheidenförmigen Samenblattes hatte der Pilz bis dahin nicht gefunden. Einige Tage später jedoch ließ sich, zumal an Querschnitten, durch die Infektionsstelle erkennen, daß einzelne feinere Pilzhyphe des üppig wachsenden aufgetragenen Pilzmycels in Oberhautzellen (Epidermiszellen) der jungen Haferpflanze eingedrungen waren“.

Und wie berichtet nun Herr Riehm über meine positiven Angaben? Er verdreht sie in das Gegenteil, indem er sagt:

„Dieser Pilz ist nach V o g e s der Erreger der von ihm beobachteten Krankheit, obwohl seine Infektionsversuche negativ verliefen. Weder das Aufbringen von Mycel auf „den Kotyledon“, noch Wundinfektionen hatten Erfolg, obwohl die Pflanzen mehrere Tage unter einer Glocke gehalten wurden, die Bedingungen für die Infektion also nicht ungünstig waren. Dies alles hindert aber V o g e s nicht, das F u s a r i u m als Parasit anzusprechen. Dabei handelt es sich offenbar um Befall des Hafers durch Rübennematoden.“

Diese durch nichts gestützte Behauptung Riehms steht auf derselben luftigen Höhe wie die Objektivität seiner Berichterstattung. Die „Ursache der Erkrankung des Hafers“ sieht Riehm in einem Nematoden-Befall, während er mir zuschreibt, ich suchte sie „in dem wahrscheinlich sekundären F u s a r i u m - Befall“. In Wirklichkeit liegen die phytopathologischen Verhältnisse aber so, daß weder die Fusarienpilze, noch die Nematoden an sich zur primären Krankheitsursache bei gesunden Pflanzen werden können, worüber ich mich in meinem Artikel näher ausgelassen habe. Weitere Auseinandersetzungen erübrigen sich; für mich ist hiermit die Sache abgetan.

Heise de bei Hannover, 16. Novbr. 1917.

### Referate.

**Kürsteiner, J., Erfahrungen bei der Herstellung und Verwendung der vom Käser selbst gezüchteten Milchsäurebakterienkultur (Käsereikultur) im Jahre 1916.** (Schweiz. Milchzeitg. 1917. No. 35—38.)

Der vorliegende 2. Bericht über die Käsereikultur zerfällt in 3 Abschnitte:

1. Über die Herstellung und Anwendung der vom Käser selbst gezüchteten Milchsäurebakterienkultur bei der Bereitung von Emmentalerkäse in Amerika und Schweden.
2. Die Einführung der vom Käser selbst gezüchteten Milchsäurebakterienkultur (Käsereikultur) im schweizerischen Käsereigebiet.
3. Erfahrungen der Praxis bei der Herstellung und Verwendung der Käsereikultur im Jahre 1916.

Es werden die Vor- und Nachteile der verschiedenen bekannt gewordenen Kulturherstellungsverfahren diskutiert mit dem Hinweis darauf, daß das Liebefelder Verfahren den schweizerischen Käsereiverhältnissen am besten angepaßt sei. Die Liebefelder Käsereikultur wurde bis Ende des Jahres 1916 in über 100 schweizerischen Käsereien eingeführt und zwar in weitaus den meisten Fällen mit bestem Erfolg. Die Käsereikultur leistet dem Emmentalerkäser wegen ihrer weniger beschränkten Anwendbarkeit bessere Dienste als die vom Liebefelder Laboratorium bezogene Labreinkultur.

A u t o r e f e r a t.

**Burri, R. und Hohl, J., Periodische Untersuchungen über die Euterbakterien der Kühe des Liebefeldstalles.** (Landw. Jahrb. d. Schweiz. 1917. S. 315—328.)

Die Ergebnisse vorliegender Arbeit sind in folgenden Schlußsätzen zusammengefaßt:

1. Die Untersuchung von 96 aseptisch gewonnenen Milchproben, die von 16 Kühen der Versuchswirtschaft auf dem Liebefeld stammten, hat Bakterienzahlen ergeben, deren Minimum kleiner als 10 und deren Maximum 1410 war, während das Mittel 341 pro 1 ccm Milch betrug. Bezüglich der Bakterienarten herrschte eine große Einförmigkeit. In allen Proben fehlten die Stäbchenformen, also auch die gewöhnlichen Gasbildner, sowie die aeroben und anaeroben Sporenbildner.

2. Die als Bewohner des Euterinnern ermittelten Bakterien lassen sich in zwei Gruppen teilen, in die normalen Euterbakterien, die bei allen Kühen und zwar bei den meisten sozusagen ausschließlich vorhanden waren, und in die gelegentlichen Euterbewohner, die sich nur bei einzelnen Tieren fanden. Die erste Gruppe bestand aus verschiedenen Kokkenarten, die zweite war vertreten durch einen Streptokokkentypus und eine eigentümliche, die Milch unter Entwicklung von Bitterstoffen zersetzende Bakterienart, die in der Form den gemeinen Milchsäurebakterien nahesteht.

3. Während der Versuchsdauer, die eine herbstliche Grünfütterperiode, eine Frühjahrs-Grünfütterperiode und die dazwischenliegende Winter-Trockenfütterperiode umfaßte, trat bei sämtlichen Kühen die Tendenz hervor, die bakteriellen Verhältnisse des Euters unverändert beizubehalten. Die Trockenfütterung hatte durchschnittlich ein geringes Sinken der Keimzahlen zur Folge. Bei dem in einigen Fällen beobachteten Verschwinden der gelegentlichen Euterbewohner unter Wiederauftreten der normalen Arten dürfte mehr als der Futterwechsel die vor dem Kalben einsetzende Trockenperiode und die damit verbundene Änderung der Milchdrüsenfunktionen eine günstige Wirkung geäußert haben.

4. Da die gewöhnlichen Euterkokken die Milch nur sehr langsam angreifen, so spielen sie im allgemeinen bei der molkereitechnischen Verwertung der Milch keine Rolle, oder es sei denn, daß sie am Reifungsprozeß gewisser Käse beteiligt wären. Hingegen liegt die Möglichkeit auf der Hand, daß die gelegentlichen Euterbewohner zu Milchfehlern Veranlassung geben könnten. Die Untersuchung der Bakterienflora des Euters ist daher geeignet, beim Suchen nach der Ursache von Betriebsstörungen wichtige Aufschlüsse zu geben.

5. Wie für die technische Milchverwertung, so sind auch hinsichtlich der Verwendung der Milch als Nahrungsmittel die normalen Euterkokken als harmlos zu betrachten. Für die gelegentlichen Euterbakterien, z. B. für Streptokokken, deren Beziehungen zu krankmachenden Arten nicht abgeklärt sind, ist dieselbe Annahme nicht ohne weiteres gerechtfertigt. Es empfiehlt sich daher in den Fällen, wo Kuhmilch an Kinder oder Kranke roh verabreicht werden soll, unter den Kühen eine Auswahl zu treffen und solche mit verdächtigen euterbewohnenden Bakterien auszuschalten.

K ü r s t e i n e r (Liebefeld-Bern)

**Frost, W. D., Rapid method of counting Bacteria in milk.** (Science. Vol. 42. p. 255—256.)

Die neue Methode zur raschen Bestimmung des Bakteriengehalts einer Milchprobe besteht in folgendem: 0,1 cem Milch mische man mit einer typischen Agarkultur und breite sie auf einer sterilisierten Glasplatte aus. Wie der Agar festgeworden ist, lasse man diese kleine Kultur etwa 6 Stunden lang stehen, wobei die Verdunstung verhindert werden soll. Dann folgt Trocknung, hernach Färbung, Entfärbung. Die kleinen Kolonien, die sich jetzt deutlich gefärbt von einem farblosen Grund abheben, kann man unschwer bei schwacher Vergrößerung mit dem Mikroskope zählen. Hat man Milch von geringem Bakteriengehalt oder pasteurisierte Milch zu untersuchen, so verwende man statt 6 Stunden 8.

**Matouschek** (Wien).

**Wagner, Paul, Die Wirkung von Stallmist und Handelsdünger nach den Ergebnissen von 4—14-jährigen Versuchen.** (Arb. d. Deut. Landw. Gesellsch. H. 279. 1915.)

Die umfangreiche Arbeit bietet einen abschließenden Überblick über die unter **Wagners** Leitung in den letzten 15 Jahren ausgeführten Düngungsversuche. Das große Zahlenmaterial ist in musterhafter Weise gesichtet und zur Ableitung von Folgerungen benutzt worden, welche besonders für die landwirtschaftliche Praxis wertvoll sein dürften. Der Düngungsversuch kann ohnehin nur der Praxis des Pflanzenbaues dienen, zur wissenschaftlichen Vertiefung besonderer Fragen der Pflanzenernährung ist er nicht geeignet. Aber auch seinen eigentlichen Zweck kann er nur dann erfüllen, wenn die Beurteilung seiner Ergebnisse mit größter Kritik und Umsicht erfolgt. Dieser Forderung entsprechen die **Wagnerschen** Darlegungen durchaus, die gewonnenen Resultate sind mit größter Objektivität gedeutet und im einzelnen begründet worden.

Das Gesamtmaterial, das zum Teil Versuche von 14-jähriger Dauer auf den gleichen Versuchsfeldern wiedergibt, ist im ersten Teil der Arbeit unter Anführung aller Einzelwerte dargestellt. Von besonderem Interesse ist aber, was Verf. im 2. Teile zu den Versuchsergebnissen bemerkt. Es wäre vielleicht zu wünschen gewesen, daß die Ergebnisse, soweit sie die Wirkung und die Wandlungen des Stickstoffs betreffen, mehr den beteiligten biologischen Vorgängen Rechnung getragen hätten. So ist nach **Wagners** Meinung der durch die Verwendung von Handelsdünger erzielte Gewinn dadurch zu errechnen, daß zu den Düngerkosten der Wert der unter dem Einfluß der Düngung dem Boden entzogenen Nährstoffe hinzugerechnet und erst der so erhaltene Betrag von dem Werte des Mehrertrages in Abzug gebracht wird. Für den Stickstoffzuschuß, welchen der Boden leistet, kann aber während der Versuchsdauer sehr wohl durch Vorgänge der Stickstoffsammlung vollständiger oder teilweiser Ersatz geschaffen werden, so daß von einem wirklichen Stickstoffverlust des Bodens nicht gesprochen werden kann. Solche Aufstellungen mögen für Kali und Phosphorsäure berechtigt sein, für Stickstoff sind sie es nicht, weil dieser eben beständig den verschiedensten Wandlungen durch Vorgänge bakterieller Art unterworfen ist.

Aus der großen Zahl der ermittelten Tatsachen von allgemeiner Bedeutung seien die folgenden erwähnt:

In Übereinstimmung mit früheren Angaben des Verf. berechnet sich auch

aus den vorliegenden Versuchen eine normale Ausnutzung des Salpeterstickstoffs unter den Verhältnissen der landwirtschaftlichen Praxis zu rund 60 Proz. Durch 1 dz Chilesalpeter wurden, ebenfalls in Bestätigung früherer Befunde, im Mittel hervorgebracht:

50 dz Futterrüben,  
24 dz Zuckerrüben  
oder rund 4 dz Getreidekörner.

1 dz Stallmist hat im Mittel aller Versuchsreihen einen Mehrertrag im Werte von 89 Pfennig gebracht. *Wagner* weist mit Recht darauf hin, daß dieser Mittelwert bei den außerordentlich großen Schwankungen der Einzelwerte ziemlich bedeutungslos ist. Er ist, wie weiterhin nachgewiesen wird, zu niedrig und kann für gewöhnlich auf 124 Pfennige erhöht werden, wenn durch Beigabe von Handelsdünger die Nährstoffe des Stalldüngers zu voller Wirkung gebracht werden. Die normale Ausnutzung des Stallmiststickstoffs ist zu rund 25 Proz. innerhalb einer Rotation festgestellt worden. Der mittlere Gehalt mäßig verrotteten Hofdüngers betrug 0,35 Proz.  $P_2O_5$ , 0,55 Proz.  $K_2O$  und 0,50 Proz. N. Den Düngewert der in 1 dz Stallmist enthaltenen Nährstoffe berechnet *Wagner* auf zusammen 65 Pfennige im Vergleich zum Preis der Handelsdünger.

Höchstserträge an Hackfrüchten waren durch Handelsdünger allein nicht zu erzielen, sondern erst nach Beigabe von Stalldünger. Verf. führt dies auf die schnellere und reichlichere Aufnahme der Stallmist-Phosphorsäure zurück, welche gerade bei Hackfrüchten von größerer Bedeutung ist. Andererseits hat die Stallmistdüngung allein in keinem einzelnen Falle zur Erzielung von Höchstserträgen ausgereicht.

Der Gehalt der Ernteprodukte (mit Ausnahme der Getreidekörner) an Kali und Phosphorsäure kann einen ungefähren Anhalt für die Beurteilung des Düngedürfnisses des betreffenden Bodens geben. So hat sich beispielsweise bei Winterroggen gezeigt, daß der Boden beim Gehalt des Strohes von weniger als 0,12 Proz.  $P_2O_5$  stets gut auf Phosphorsäure-Düngung reagierte, war dagegen der prozentische Phosphorsäuregehalt des Roggenstrohes höher als 0,42 Proz., so hat die Phosphorsäure-Düngung in keinem Falle eine merkbare Wirkung ausgeübt.

Da durch einseitige Düngung mit Stickstoffsalzen der Stickstoffvorrat des Bodens stark in Anspruch genommen wird, und da die vom Boden für die Pflanzenproduktion gelieferte Stickstoffmenge beim Fehlen jeder Stickstoffzufuhr (wenigstens beim Sandboden Ref.) allmählich geringer wird, ist eine gelegentliche Zufuhr von Stickstoff in organischer Form durchaus notwendig.

Vogel (Leipzig).

**Koch, A., Versuche über den Melasseschlempedünger Guanol.** (Fühlings landw. Zeitg. 1916. S. 145.)

Dem unter der Einwirkung von Kompostbakterien aus Melasseschlempe nach einem Verfahren von *Wilkening* erhaltenen Dünger Guanol konnten Wirkungen zugeschrieben werden, welche vielleicht nicht allein auf seinem Gehalt an Nährstoffen beruhen, sondern durch seinen hohen Mikroorganismenbestand mit bedingt werden. Die Gefäß- und Feldversuche des Verf. haben eine solche Sonderwirkung dieses Düngers aber nicht erkennen lassen. Er brachte zwar ganz befriedigende Mehrerträge, die Guanolbakterien begünstigten aber weder die Salpeterbildung im Boden, noch veranlaßten sie eine

stärkere Aufschließung des Bodenstickstoffs an sich. Die Umsetzung organischer Stoffe (Wickengründungs-substanz) wurde sogar bei Gegenwart von Guanol erheblich verlangsamt, vielleicht wegen des Vorhandenseins eines giftigen Bestandteils im Guanol. Vogel (Leipzig).

**Schwappach**, Die Verwendung städtischer Abwässer und von Hausmüll zur Forstdüngung. (Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwes. 1915. S. 249—256.)

I. Dreimal jährlich (Anfang Mai, Juni, Juli) wurde ein 40-jähriges Kiefernstangenholz auf schlechtem Sandboden berieselt, pro 1 ha Fläche jedesmal 4000 ccm. Drei Jahre wurde dies getan; am Ende des 3. Jahres waren 41 Proz. der Stämme abgestorben. Das Absterben setzte fort. Der Grund der schädlichen Wirkung ist auf die Erhöhung des Grundwasserstandes zurückzuführen. Dies stimmt überein mit Beobachtungen über einen überschwemmten Kiefernbestand an anderem Orte. Also: Die Kiefer auf Sand verträgt eine länger andauernde Anfüllung des Wurzelraumes mit Wasser nicht. Man kann daher eine intensive Berieselung von Kiefern auf Sand nicht empfehlen. Kiefern und Fichten können nur in der frühesten Jugend aus einer Bewässerung Nutzen ziehen, aber nach wenigen Jahren wirkt eine solche Behandlung schädlich.

II. Künstliche Bewässerung der Pappel, Erle, Esche, Traubenkirsche und Akazie bringt eine Förderung der Entwicklung mit sich. Die Eichen werden bezüglich des Wurzelsystems gefördert, aber die Roteiche geschädigt.

III. Bei einem 45-jährigen Kiefernbestande dauert es einige Jahre, bevor die günstige Wirkung der Mülldüngung zur Geltung kommt. Daher ist eine solche Düngung zu empfehlen, aber sie ist aus technischen Gründen kaum durchzuführen.

Matouschek (Wien).

**Ramsey, R. R.**, Radium fertilizer. (Science. XLII. 1915. p. 219).

Mit Rücksicht auf die Rutherford'schen Forschungen enthält 1 g Erde die Radiummenge von  $2 \times 10^{-12}$  g. Die in der 13 cm tiefen Oberflächenschicht pro ha enthaltene Menge ist auf 2,5 mg zu schätzen. Die Menge der aus dem Erdinnern kommenden Radiumemanation ist bis 100 mal  $>$  als die der von der 13 cm tiefen Oberflächenschicht freigemachten Emanation. Um die Radiumemanation in einem Boden zu verdoppeln, müßte man etwa 187 mg Radium per ha (Wert 78 560 Mark) anwenden. Ein radioaktiver Dünger enthält  $11-18 \times 10^{-8}$  g. Radium pro 1 kg, 112 kg sind pro ha zu verwenden. Daher enthält der Boden etwa 10 mal so viel Radium, als ihm durch eine solche Düngung zugeführt würde.

Matouschek (Wien).

**Neger, F. W.**, Die Stärkeökonomie der grünen Pflanze. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. 1915. S. 370—380.)

Es ist bekannt, daß die Blätter oft ziemliche Mengen von Stärke enthalten, besonders auch, wenn die Ableitung der Assimilate verhindert ist. Wichtig für die praktische Ausnutzbarkeit ist die Frage, wie der Stärkegehalt der grünen Blätter nutzbar gemacht werden kann. Ein Verlust an Stärke in Blättern, die während des täglichen Stärkemaximums gesammelt sind, tritt nicht ein; sie wird restlos in Zucker verwandelt. Auch durch die Atmung

geht nichts verloren. Im übrigen müßten Fütterungsversuche und chemische Analyse den praktischen Wert erweisen. Bedeutendere Mengen als krautige Pflanzen speichern die immergrünen Blätter der Nadel- und Laubhölzer; sie sind weit weniger beweglich und werden nur sehr langsam abgeleitet. Doch käme ihre praktische Verwertung nur bei äußerst feiner Zerteilung des Rohmaterials in Frage.

Im Anschluß an diese Untersuchungen wurde noch festgestellt, daß die Überführung der Stärke in Zucker unmittelbar abhängig ist von der Intensität der Atmung, worüber weitere eingehende Untersuchungen angestellt werden sollen.

Rippel (Augustenburg).

**Arens, P., Die Verwendung von Tephrosia Vogelii als Gründünger und Windbrecher auf Java.** (Intern. agartechn. Rundsch. 1915. S. 1024.)

Die genannte Pflanze spielt in einigen Pflanzungen eine große Rolle. Leider wird sie von *Heterodera* stark befallen. Dieser Umstand zeigt an, daß sie zu verwenden ist bei Kaffeeplantagen, weil Kaffee gegen den Wurm widerstandsfähig ist, daß sie aber nicht zu verwenden ist bei Tee, China- und Tabak, welche eventuell von dem Wurme befallen werden.

Matouschek (Wien).

**Schulze, B., Beitrag zur Frage der Wirkung von Reizstoffen auf die Pflanzenentwicklung.** (Die landw. Vers.-Stat. Bd. 87. 1915. S. 1.)

Gefäßversuche mit Zuckerrüben führten zu dem Ergebnis, daß die Düngung mit Mangansalzen in allen Fällen eine Hebung der Erträge an Rübenwurzeln und eine Erhöhung des Zuckergewinnes bewirkt hat. Zur Erklärung dieses Verhaltens kann nur eine Reizwirkung angenommen werden. Mehrere der benutzten Mangansalze wirkten in höherer Gabe stärker ertragssteigernd als in geringerer, andere (Mangannitrat und Sulfat) veranlaßten schon in der kleinsten Gabe von 1,2 und 1,5 g pro Gefäß den beträchtlichsten Mehrertrag. Ausgesprochen am günstigsten wirkte das Manganphosphat in allen Gabengrößen, ebenso die Verbindung von Mangansulfat mit Aluminiumsulfat. Kleine Gaben von Mangannitrat haben jedoch die höchste Leistung zustande gebracht. Die Reizwirkung des Mangans trat besonders in der Vermehrung des Wurzelgewichts und in der Erhöhung der Zuckererträge hervor, das Rübenkraut blieb unbeeinflusst.

Weiterhin wurde die Wirkung des sogenannten Radioaktins auf das Wachstum von Hafer, Rüben und Senf geprüft. Es ist dies ein vornehmlich aus kieselaurer Tonerde bestehendes Präparat französischen Ursprungs, das nach einer Untersuchung von Prof. Schäfer, Breslau, radioaktive Wirkungen äußert. In dem Produkt ist nur wenig Radiumsalz und verhältnismäßig viel Thoriumsalz enthalten. Die Vegetationsversuche ließen bei sämtlichen Kulturen eine günstige Wirkung des Radioaktins erkennen, welche namentlich im Körnerertrag, welcher eine Steigerung um ca. 7 Proz. erfuhr, zum Ausdruck kam. Eine erhöhte N-Aufnahme fand unter der Einwirkung des Präparates nicht statt.

„Das ganze Bild unserer Versuche erweckt hiernach den Eindruck, daß das Radioaktin besonders den Fruchtansatz befördert hat, und zwar

durch reine Reizwirkung, ohne stärkere Ansprüche an die Nährstoffvorräte des Bodens zu vermitteln. Ein Schaden größerer Mengen von Radioaktin ist nicht in Erscheinung getreten.“  
Vogel (Leipzig).

**Bosinelli, G.,** Die Wirkung des freien Schwefels auf das Pflanzenwachstum. (Intern. agrar-techn. Rundsch. 1915. S. 1025—1026.)

Verf. studierte die Frage, ob die Anwendung des Schwefels durch eine bessere Ausnützung des Bodens für die landwirtschaftliche Praxis zu empfehlen sei. Die Versuche im Freien und in Vegetationsgefäßen (*Avena*, *Maïs*, *Vicia sativa*, *Sinapis arvensis* usw.) ergaben keinen Zusammenhang zwischen der verabreichten Schwefelmenge und der Ernterhöhung. Letztere wurde allerdings konstatiert. Auf die Eiweißbildung hatte der Schwefel ebensowenig einen Einfluß wie für die Chlorophyllbildung. Der Schwefel erleichtert wohl die Überführung des organischen Stickstoffs in Ammoniakstickstoff, aber diese Umsetzung hört bald auf. Daher ist der praktische Nutzen des Schwefels in wirtschaftlicher Hinsicht ein recht zweifelhafter.  
Matouschek (Wien).

**Pfeiffer u. Simmermacher,** Beitrag zur Wirkung des Schwefels auf die Pflanzenproduktion. (Fühlings landw. Zeitg. 1915. S. 243.)

Die beschriebenen Versuche bilden die Fortsetzung der bereits bekannt gegebenen<sup>1)</sup>, bei welchen eine wachstumsfördernde Wirkung des Schwefels nicht beobachtet werden konnte. Sie sollten eine event. Nachwirkung der Schwefeldüngungen erkennen lassen. Auf den 1913 mit Hafer bestandenen Parzellen kamen daher 1914 Futterrüben zum Anbau. Irgendeine günstige Nachwirkung des Schwefels war auf dem an organischer Substanz reichen Boden nicht zu beobachten, weder hinsichtlich der Trockensubstanzerträge, noch hinsichtlich der dem Boden entnommenen N-Mengen. Verff. besprechen im Anschluß an ihre eigenen Versuche die inzwischen von anderen, besonders französischen Versuchsanstallern mitgeteilten für Schwefel vielfach günstigen Ergebnisse und bemerken mit Recht, daß die Richtigkeit dieser Beobachtungen wegen des Fehlens von Parallelversuchen oder der bloßen Angabe von Mittelzahlen nicht als erwiesen gelten könne.  
Vogel (Leipzig).

**Wolzogen Kühr jr., C. A. H. von,** Het biochemische reductie-proces in den bodem. (Arch. Suikerind. Nederl. Indie. Vol. 23. 1915. S. 501—511.)

In morastigen Zuckerrohr-Feldern kann die Sulfat-Reduktion von großer Bedeutung werden. Verf. untersuchte einige derartige Fälle genauer, und zwar sowohl in mikrobiologischer wie in chemischer Hinsicht. Die Erde enthielt reichlich sulfatreduzierende Bakterien, doch war kein freier Schwefelwasserstoff vorhanden. Große Mengen hiervon entwickelten sich jedoch, wenn Salzsäure hinzugefügt wurde. Die Erde selbst war schwarz gefärbt durch das vorhandene Schwefeleisen.  
Löhnis (Washington).

**Kappen, H. u. Quensell, E.,** Über die Umwandlungen von Schwefel und Schwefelverbindungen im Ackerboden, ein Beitrag zur Kenntnis des Schwefelkreislaufs. (Die landw. Versuchsstat. Bd. 86. 1915. S. 1—34.)

<sup>1)</sup> Diese Zeitschr. Bd. 43. S. 490.



Die Untersuchungen beschäftigen sich mit der Umsetzung von Sulfiden, von elementarem Schwefel und schwefelsauren Salzen im Ackerboden. Sie sollten u. a. entscheiden, ob und in welchem Maße dieser Teil des Schwefelkreislaufes auf mikrobielle oder rein chemische Ursachen zurückzuführen ist.

Daß bei der in Gegenwart von Sauerstoff sich fast momentan unter Schwefelabscheidung vollziehenden Umwandlung von Ferrosulfür Mikroorganismen nicht beteiligt sind, unterlag von vornherein keinem Zweifel. Auch die sehr rasch im Boden erfolgende Oxydation von Schwefelnatrium und Calciumsulfid ist auf rein chemische Vorgänge zurückzuführen.

Der im Boden entstehende oder in Form von Sulfiden in ihn hineingelagerte Schwefelwasserstoff wandelt sich rasch unter vollständiger Abspaltung seines Schwefels in freier Form um. Die weiteren Versuche beschäftigten sich mit dem Verhalten des so entstehenden oder in verschiedener Form dem Boden zugeführten Schwefels. Es ergab sich, daß Schwefelmilch viel stärker oxydiert wurde als rhombischer Schwefel, daß die feinere Verteilung also die Oxydationsgeschwindigkeit begünstigte, und daß in den besseren Böden erheblich größere Mengen von Schwefelsäure gebildet wurden, als in reinem Sand und in Sandböden.

In sterilisierter Erde entstand weniger Schwefelsäure, als unter sonst gleichen Bedingungen im nicht erhitzten Boden, immerhin war auch im ersten Falle eine bemerkenswerte Oxydation des Schwefels erfolgt. „Das sind Resultate, die, was die Mitwirkung von Bakterien angeht, entschieden zu denken geben.“ Die ganze Versuchsanordnung war jedoch nach Ansicht des Ref. nicht dazu angetan, eventuelle bakterielle Wirkungen in die Erscheinung treten zu lassen, denn es ist die außerordentlich hohe Menge von 200 mg Schwefel als Zusatz zu 100 g Boden gewählt worden. Nach den Beobachtungen des Ref.<sup>1)</sup>, die allerdings keine Berücksichtigung fanden, wirken aber so große Mengen deutlich baktericid. Eine günstige Beeinflussung des Bakterienlebens kann nur erwartet werden bei Zufuhr von etwa 4 mg Schwefel zu 100 g Boden.

Die mitgeteilten Ergebnisse berechtigen daher wohl zu der am Schlusse gemachten Angabe, daß die Möglichkeit der Mitwirkung von Mikroorganismen an diesen Oxydationsvorgängen auf Grund des vorliegenden Versuchsmaterials nicht als ausgeschlossen bezeichnet werden dürfe, nicht aber zu der zuvor aufgestellten Behauptung, „daß im Boden die Oxydation des Schwefels kein mikrobieller, sondern ein rein chemischer Prozeß ist.“

Natrium- und Ammoniumsulfid waren unter den gewählten Bedingungen schon nach wenigen Stunden in verschiedenen Erden fast vollständig verschwunden, es darf daher angenommen werden, daß in den Boden gelangende Sulfite auf das Pflanzenwachstum nicht schädigend einwirken.

V o g e l (Leipzig).

Rolet, A., Désinfection des sols par le sulfure de carbone. (Journ. d'agric. prat. 78. 1914. p. 89.)

Considérations pratiques sur l'emploi du sulfure de carbone. Le point de vue économique du traitement au sulfure est également considéré. R. étudie aussi la résistance des plantes au désinfectant. Cet article est d'intérêt pratique.

H. K u f f e r a t h (Bruxelles).

<sup>1)</sup> Diese Zeitschr. Bd. 40. 1914. S. 70.

**Selby, A. D. and Humbert, J. G.,** Methods of soil sterilization for plant beds and greenhouses. (Ohio Agric. Exper. Stat. Circ. 151. 1915. p. 65—74.)

Die praktische Ausführung der partiellen Erd-Sterilisation mittels Dampf und Formalin wird beschrieben. Die Kosten stellten sich im Treibhaus für eine Fläche von 3000 Quadratfuß (d. s. 300 qm) auf 12—21 Dollar.

L ö h n i s (Washington).

**Kopeloff, N., Lint, H. C., and Coleman, D. A.,** Protozoology applied to the soil. (Transact. Amer. Microscop. Soc. Vol. 34. 1915. p. 149—154.)

Zur Anhäufung der Protozoen wurden verschiedene Lösungen benutzt (Heu-Infus, Erd-Extrakt, Pepton- und Albumin-Lösung, Bouillon, verschiedene Dünger-Auszüge) und nach Verlauf von 5 Tagen wurde die Zahl der zur Entwicklung gekommenen Organismen im Zeiß'schen Blutkörper-Zählapparat festgestellt. Einige Angaben über Zahl und Art der jeweils beobachteten Mikroben werden gemacht, doch sind diese Mitteilungen nur als vorläufige zu betrachten.

L ö h n i s (Washington).

**Russell, E. J.,** Soil protozoa and soil bacteria. (Proceed. Roy. Soc. London. Ser. B. Vol. 89. 1915. p. 76—82.)

Verf. wendet sich gegen die Ausführungen Goodeys, die dahin gingen, daß weder die Flagellaten, noch die Ciliaten, noch auch die Amöben hemmend auf die Tätigkeit der Bodenbakterien einwirken. Es wird betont, daß die bisher ausgeführten Versuche keine ausreichende Grundlage zu derartigen Verallgemeinerungen darbieten; insbesondere ist im Auge zu behalten, daß die im Boden in trophischem Zustande anwesende Protozoenfauna sehr verschieden ist von derjenigen, die in den gewöhnlich im Laboratorium benutzten Kulturlösungen zur Entwicklung zu kommen pflegt.

L ö h n i s (Washington).

**Kopeloff, N., Lint, H. C. and Coleman, D. A.,** Separation of soil protozoa. (Journ. Agric. Res. Vol. 5. 1915. p. 137—140.)

Mittels Papierfiltern (von Seileicher & Schüll, No. 589) ließen sich die in Nährlösungen angehäuften Erdprotozoen in 3 Gruppen sondern: Große Ciliaten werden durch ein einfaches, kleine Ciliaten durch ein vierfaches Filter zurückgehalten, während die Flagellaten dieses noch passieren. Eine fünfte Papierlage wird dann aber nur noch von etwa 90 Proz. der Bakterien passiert.

L ö h n i s (Washington).

**Goodey, T.,** Investigations on protozoa in relation to the factor limiting bacterial activity in soil. (Proceed. Roy. Soc. London. Ser. B. Vol. 88. 1915. p. 437—456.)

In Erdproben, die seit 1846 im Rothamsteder Laboratorium aufbewahrt worden waren, konnten keine lebenden Protozoen mehr nachgewiesen werden, und es zeigten diese Proben (in Übereinstimmung mit E. J. Russells Theorie) keinen die Entwicklung und die Tätigkeit der Bakterien hemmenden Faktor. Dies war dagegen der Fall in Erdproben von 1870, und hier waren auch Amöben und Flagellaten (nicht Ciliaten) nachweisbar. Dementgegen scheinen

aber wieder weitere Versuche des Verf. dafür zu sprechen, daß die Erdprotozoen doch nicht die Zahl der Bakterien herabsetzen; speziell wurden durch das Trocknen des Bodens die Protozoen nicht vernichtet, trotzdem war aber die Bakterienvermehrung nach erfolgter Wieder-Anfeuchtung der Erde sehr lebhaft. Verf. benutzte zu diesen Versuchen eine Methode, die nach Ansicht des Ref. schwerlich einwandfreie Resultate erhoffen läßt; es wurden nämlich kleine, abgewogene Erdmengen (bis herab zu 0,1 mg) direkt auf 0,5—1,0proz. Bouillonagar ausgebreitet und die zur Entwicklung kommenden Protozoen wurden gezählt. Die so festgestellten Werte sind auffallend niedrig, und sie können, zumal im Lichte der inzwischen von anderen Seiten in dieser Richtung beigebrachten positiven Befunde, jedenfalls nicht als beweiskräftig angesehen werden. Daß vielfach, so speziell auch beim Trocknen der Erde, andere Faktoren ebenfalls die nachfolgende Bakterien-Vermehrung begünstigen, ist natürlich gleichfalls im Auge zu behalten. Die Protozoen-Theorie bedarf indessen zweifellos noch weit wehr der Beobachtung und Bearbeitung, speziell nach erfolgter Verbesserung der Methodik.

L ö h n i s (Washington).

**Brenner, Widar, Züchtungsversuche einiger im Schlamm lebenden Bakterien auf selenhaltigen Nährböden.** (Jahrb. f. wissensch. Botan. Bd. 57. 1916. S. 95—127.)

Verf. zeigt, daß eine zu dem Nathansohn-Beijerinck'schen *Thiobacillus thioparus* gehörende Bakterie sich nicht entwickelte, wenn statt Natriumsulfid oder Thiosulfat das Natriumselenid dargeboten wurde. Die Art stammte aus dem Bodenschlamme des Kieler Hafens. — Aus derselben Schlammprobe isolierte Verf. eine andere Bakterie, *Micrococcus selenicus* n. sp. Ihre Merkmale sind:

Unter 0,5  $\mu$  groß; Einzelkolonien auf Agar sehr klein (1 mm Diameter), gallertartig, sie erscheinen nach 5—10 Tagen. Die Zucht gelang nicht, wenn als einzige O-Quelle der Sauerstoff der Atmosphäre zugegen war. An der Luft gezüchtet rufen folgende Stoffe unter gleichzeitiger intrazellulärer Reduktion Wachstum hervor: Natriumselenit ( $\text{Na}_2\text{SeO}_3 + \text{aq.}$ ), Na-Thiosulfat, Indigkarmin, Lackmus usw. Unwirksam sind:  $\text{KNO}_3$ , Sulfate, Sulfite, Natriumselenid, Kaliumtellurit. Als oxydierbare Verbindungen können die C-Quellen, wohl auch das Na-Selenid benutzt werden. Wenn das Selenid zugleich mit Na-Selenit geboten wird, ist das Wachstum viel kräftiger. Bei Anwesenheit von Selenid (neben dem Selenit), wo eine Schonung der C-Nahrung als Energiequelle ermöglicht wird, sind die geprüften C-Quellen (Aufbaustoffe) in folgender Reihe günstig: Äthylalkohol, . . . . Asparagin, . . . . Dextrose. Untauglich waren: Pepton, Fleischextrakt, Erbsendekokt,  $\text{CO}_2$ , organische Verbindungen der Luft. Bei Mangel an Selenid war die Reihenfolge: Asparagin, Dextrose, Äthylalkohol, Fleischextrakt. Untauglich waren da: Pepton,  $\text{CO}_2$ , die oben genannten Bestandteile der Luft. In beiden Fällen wurde Natriumselenit als Wachstumserreger (O-Quelle) benutzt.

In gleicher Schlammprobe isolierte Verf. auch eine Kurzstäbchenbakterie die auf stark natriumselenid-haltigem Nährboden und mit sehr wenig C-Nahrung wuchs, sich aber sonst nicht von dem Typus der gewöhnlichen Aeroben unterschied.

M a t o u s c h e k (Wien)

## Inhalt.

## Original-Abhandlungen.

- Barthel, Chr.**, Kulturen von Gärungsorganismen in sterilisierter Erde, S. 340.  
**Becker, J.**, Serologische Untersuchung von Kornrade in Mehl und Kleie, S. 417.  
**Eriksson, J.**, Fortgesetzte Studien über die Spezialisierung des Getreideschwarzrostes (*Puccinia graminis*) in Schweden und anderen Ländern, S. 349.  
**Paravicini, E.**, Zur Frage des Zellkernes der Bakterien, S. 337.  
**Voges, E.**, Zur Richtigstellung, S. 420.

## Referate.

- Arens, P.**, Die Verwendung von *Tephrosia Vogelii* als Gründünger und Windbrecher auf Java, S. 427.  
**Bosinelli, G.**, Die Wirkung des freien Schwefels auf das Pflanzenwachstum, S. 428.  
**Brenner, Widar**, Züchtungsversuche einiger im Schlamm lebenden Bakterien auf selenhaltigen Nährböden, S. 431.  
**Burri, R.**, u. **Hohl, J.**, Periodische Untersuchungen über die Euterbakterien der Kühe des Liebefeldstalles, S. 423.  
**Frost, W. D.**, Rapid method of counting Bacteria in milk, S. 424.  
**Goodey, T.**, Investigations on protozoa in relation to the factor limiting bacterial activity in soil, S. 430.  
**Kappen, H.** u. **Quensell, E.**, Über die Umwandlungen von Schwefel und Schwefelverbindungen im Ackerboden, ein Beitrag zur Kenntnis des Schwefelkreislaufs, S. 428.

- Koch, A.**, Versuche über den Melasse-schlempedünger Guanol, S. 425.  
**Kopeloff, N.**, **Lint, H. C.**, and **Coleman, D. A.**, Protozoology applied to the soil, S. 430.  
 —, —, Separation of soil protozoa, S. 430.  
**Kürsteiner, J.**, Erfahrungen bei der Herstellung und Verwendung der vom Käser selbst gezüchteten Milchsäurebakterienkultur (Käsereikultur) im Jahre 1916, S. 422.  
**Neger, F. W.**, Die Stärkeökonomie der grünen Pflanze, S. 426.  
**Pfeiffer u. Simmermacher**, Beitrag zur Wirkung des Schwefels auf die Pflanzenproduktion, S. 428.  
**Ramsey, R. R.**, Radium fertilizer, S. 426.  
**Rolet, A.**, Désinfection des sols par le sulfure de carbone, S. 429.  
**Russell, E. J.**, Soil protozoa and soil bacteria, S. 430.  
**Schulze, B.**, Beitrag zur Frage der Wirkung von Reizstoffen auf die Pflanzenentwicklung, S. 427.  
**Schwappach**, Die Verwendung städtischer Abwässer und von Hausmüll zur Forstdüngung, S. 426.  
**Selby, A. D.** and **Humbert, J. G.**, Methods of soil sterilization for plant beds and greenhouses, S. 430.  
**Wagner, Paul**, Die Wirkung von Stallmist und Handelsdünger nach den Ergebnissen von 4—14-jährigen Versuchen, S. 424.  
**Wolzogen Kühr jr., C. A. H. von**, Het biochemische reductieproces in den bodem, S. 428.

Die Herren Mitarbeiter werden höflichst gebeten, bereits fertiggestellte Klischees — falls solche mit den Manuskripten abgeliefert werden — nicht der Redaktion, sondern direkt der Verlagsbuchhandlung **Gustav Fischer** in Jena einzusenden.

Abgeschlossen am 27. Juni 1918

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.

*Nachdruck verboten.*

**Untersuchungen über zweckmäßige Kultivierungsmethoden  
für die Bakterien der frischemolkene Kuhmilch.**

[Aus dem landwirtschaftlich-bakteriologischen Laboratorium der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich. Vorstand: Prof. Dr. M. Duggeli.]

Von **Walter Meier.**

Mit 2 Kurven im Text.

Unterwerfen wir eine frischemolkene Kuhmilch der bakteriologischen Prüfung, so können wir konstatieren, daß sie von größeren oder kleineren Mengen Spaltpilzen oder Bakterien bewohnt ist. Es ist eine schon lange bekannte Tatsache, daß dieser Gehalt an Mikroorganismen in direktem Zusammenhang steht mit der beim Melkakte beobachteten Reinlichkeit. Während es einerseits gelingt, durch gründliche Reinigung des Kuheuters, namentlich der Zitzen, ferner durch möglichstes Sauberhalten der Hände des Melkers und sodann auch der Melkgeschirre, eine Milch zu erhalten, die als äußerst bakterienarm zu bezeichnen ist, kann andererseits durch unreinliches Vorgehen beim Gewinnen der Milch, der Keimgehalt der letzteren bedeutend erhöht werden. Bei Ausschluß jeglicher Infektion von außen — bei sogenannten aseptischem Melken — ist es einzelnen Forschern zu verschiedenen Malen gelungen, kleine Portionen Milch dem Kuheuter zu entnehmen, die völlig keimfrei waren. Wenn auch gesagt werden muß, daß derartige Resultate Ausnahmen darstellen und daß meistens bakteriologische Prüfungen des Euterinnern und des Zitzenkanales die Anwesenheit von Bakterien ergaben, so haben wir doch die Hauptinfektionsquelle für die frischemolkene Kuhmilch in der außerordentlich bakterienreichen Umgebung des Gewinnungs-ortes und dem Spaltpilzreichtum der Melk- und Milchtransportgefäße zu suchen.

Je mehr nun aber eine Milch bei ihrer Gewinnung mit Bakterien bereichert wird, desto rascher fällt sie im allgemeinen dem Verderben anheim. Während ein keimarm ermolkenes Sekret unter Umständen mehrere Tage keine makroskopisch wahrnehmbaren Veränderungen erleidet und als menschliches Nahrungsmittel seine ursprüngliche Qualität beibehält, wird eine schmutzig gewonnene und somit schon nach dem Melken keimreiche Milch in relativ kurzer Zeit der Zersetzung anheimfallen.

Zufolge ihrer günstigen chemischen Beschaffenheit und ihrer amphoterer Reaktion bietet die Milch vielen Bakterien ein äußerst willkommenes Nährmedium. Folge hiervon ist, daß sich diese Spaltpilze — bei einigermaßen günstiger Temperatur — früher oder später kräftig zu vermehren vermögen. Je mehr nun von diesen Mikroorganismen und namentlich, je mehr von den aus Schmutzstoffen herrührenden Spaltpilzen schon von Anfang an in der Milch vorhanden sind, desto rascher wird auch im allgemeinen das Ansteigen der Keimzahl und mit diesem Hand in Hand, die Zersetzung der Milchbestandteile vor sich gehen.

Da nun die Bakterien, diese kleinsten unter den sichtbaren bekannten Lebewesen, in ihren physiologischen Leistungen wohl sehr verschieden, morphologisch aber recht einfach und einförmig sind, so müssen wir, um einerseits ihre Zahl, andererseits aber namentlich um ihre Lebensäußerungen kennen zu lernen, sie zu züchten, oder zu kultivieren verstehen. Hinsichtlich der bis anhin von den verschiedenen Forschern in Anwendung gebrachten Züchtungsmethoden finden wir in der Literatur oft sich widersprechende Angaben. In der Regel wird den jeweils zur Verarbeitung gelangenden Milchproben, bzw. den spezifischen Verhältnissen ihrer Bakterienflora, zu wenig Rechnung getragen. Je nach Alter, Herkunft, Aufbewahrungstemperatur usw. der Milch, können die darin enthaltenen Bakterien verschiedene Züchtungsbedingungen bevorzugen, dies schon aus dem Grunde, weil sich zu meist sehr verschiedene Bakterienarten vorfinden werden.

In den nachfolgenden Untersuchungen haben wir versucht, die zweckmäßigsten Kultivierungsmethoden für die Bakterienflora einer frischen, reinlich gewonnenen Kuhmilch festzustellen. Soweit uns bekannt ist, beschränken sich die bisherigen, mit der Kultivierung der Milchbakterien auf künstlichen Nährböden sich befassenden Arbeiten darauf, die zweckmäßigsten Bedingungen für die Züchtung jener Bakterien festzulegen, die sich in der in den Städten zum Verkauf gelangenden Marktmilch vorfinden. Es ist ohne weiteres klar, daß die Kenntnis der diesbezüglichen Verhältnisse bei Frischmilch unser vollstes Interesse beansprucht, sowohl in praktischer als auch in wissenschaftlicher Hinsicht sind Aufschlüsse über diesen Gegenstand höchst wertvoll.

#### Untersuchungen über die Tauglichkeit verschiedener Gelatine- und Agarnährböden für die bakteriologische Prüfung frischer Kuhmilch.

Häufig treffen wir in der Literatur Angaben über bessere oder schlechtere Eignung eines Nährsubstrates für die Züchtung der Bakterien aus Milch. Hierbei kommen die Autoren zu verschiedenen Resultaten, indem im einen Falle zuckerreiche, im anderen Falle dagegen zuckerarme Nährböden für die Züchtung der Spaltpilze mittels Plattenkulturen als zweckmäßig erachtet werden. Es ist ohne weiteres klar, daß, je nach der qualitativen Zusammensetzung der Mikroflora der zur Verarbeitung gelangenden Milchproben, die Ansprüche der Bakterien an das Nährsubstrat wechseln können, ja sogar wechseln müssen. Es ist leicht erklärlich, daß z. B. eine, weit vorwiegend aus Kugelbakterien bestehende Mikroflora von reinlich ermolkener, frischer Milch wesentlich andere Bedingungen an ein künstliches Züchtungsmedium stellen wird, als eine 1—2 Tage alt gewordene Marktmilch, deren Spaltpilzflora sich beinahe ausschließlich aus kurzstäbchenförmigen Milchsäurebakterien zusammensetzt. Es wäre deshalb sehr wünschenswert, daß Angaben hinsichtlich der Tauglichkeit eines bestimmten Nährbodens für die bakteriologische Untersuchung der Milch Bemerkungen enthalten würden über die Herkunft, das Alter usw. der verwendeten Milchproben und über die qualitative Zusammensetzung ihrer Spaltpilzflora.

Unter den neueren diesbezüglichen Untersuchungen verdienen speziell diejenigen von Klimmer und Sommerfeldt (1)<sup>1)</sup> hervorgehoben zu

<sup>1)</sup> Die in Klammer angeführten Zahlen beziehen sich auf das Literaturverzeichnis am Schlusse der Arbeit.

werden. Die genannten Forscher verwendeten bei ihren Arbeiten folgende Nährsubstrate:

1. Gewöhnliche Nährgelatine, bestehend aus 125 g Gelatine albissima, 10 g Liebig's Fleischextrakt, 10 g Pepton sicc. Witte, 5 g Kochsalz, 1000 ccm destilliertes Wasser.
2. Gewöhnlicher Nähragar, Zusammensetzung wie oben, nur wird an Stelle der Gelatine 15 g Stangenagar verwendet.
3. Glycerinagar, wie Nährsubstrat 2, mit Zusatz von 2 Proz. Glycerin.
4. Traubenzuckeragar, wie Nährsubstrat 2, mit Zusatz von 2 Proz. Traubenzucker.
5. Milchwuckeragar, wie Nährboden 2, mit Zusatz von 4,5 Proz. Milchwucker.
6. Milchserumagar, er besteht aus einem Wasseragar folgender Zusammensetzung: 20 g Agar, 5 g Kochsalz, 1000 ccm destilliertes Wasser nebst Zusatz gleicher Menge Milchserum.

Die unter 1—5 genannten Nährböden wurden gegen Lackmuspapier genau neutralisiert und dann mit 10 ccm Normalsodalösung auf 1 Liter Nährboden alkalisiert.

Die Resultate dieser Versuche waren, kurz zusammengefaßt, folgende:

Als bester Nährboden erwies sich der Milchserumagar, er vermochte in 82,5 Proz. sämtlicher Versuche die Maximalzahl an geförderten Keimen zu erreichen; diesem folgte der Milchwuckeragar, der in 10 Proz. aller Fälle am meisten Keime zu Kolonien angehen ließ. Auf dem gewöhnlichen Agar wuchsen in 7,5 Proz. aller Versuche größte Mengen Bakterien zu sichtbaren Kolonien heran. Gewöhnliche Gelatine, Traubenzuckeragar und Glycerinagar ergaben dagegen ganz unbefriedigende Ergebnisse.

Es ist nun von verschiedenen Forschern, so von Smith (2), Serkowsky (3), Brudny (4) und anderen darauf hingewiesen worden, daß ein hoher Zuckergehalt des Nährmediums, in welchem sich Bakterien befinden, ungünstig auf letztere einwirken kann. Brudny glaubt, daß das Auftreten von Involutionsformen und das Absterben von *Bacterium coli commune* in frischer Kuhmilch zum Teil auf den hohen Zuckergehalt der letzteren zurückgeführt werden müsse. Demzufolge wäre es nun auch denkbar, daß gewisse Bakterien der Milch, auf 2—4½ Proz. Traubenzucker- oder Milchwuckeragarnährböden verbracht, dort zufolge des hohen Zuckergehaltes nicht, oder doch nur in beschränktem Maße zur Kolonienbildung schreiten.

Ausgehend von diesen Erwägungen, erschien es uns wünschenswert, den Einfluß von Milch- und Traubenzucker, in diversen Prozentsätzen den verschiedenen Nährmedien einverleibt, näher zu studieren. Gleichzeitig wollten wir auch feststellen, welche Einwirkung prozentisch abgestufte Zusätze von Pepton auf das Wachstum der Bakterien bei der Plattenkultur habe. Wir kamen hierbei zunächst zur Verwendung folgender Nährsubstrate:

#### a) Gelatinenährböden.

1. Gewöhnliche Nährgelatine, bestehend aus 110 g Gelatine, 10 g Pepton Witte, 5 g Kochsalz, 1000 ccm Fleischwasser. (Unter Fleischwasser verstehen wir im folgenden die Abkochung von 500g sehnens- und fettfreiem, gehacktem Rindfleisch mit einem Liter Leitungswasser).
2. Peptonlose Nährgelatine, wie Nr. 1 hergestellt, aber ohne Peptonzusatz.
3. Molkgelatine, bestehend aus 110 g Gelatine, 10 g Pepton, 500 ccm Molke und 500 ccm Leitungswasser.
4. Peptonlose Molkgelatine, wie Nr. 3 zusammengesetzt, aber ohne Peptonzusatz.

5. Schottengelatine, wie Nr. 3 zusammengesetzt, nur wird statt Molke Schotte verwendet.

6. Peptonlose Schottengelatine, wie Nr. 5 zusammengesetzt, aber ohne Peptonzusatz.

#### b) Agarnährböden.

7. Gewöhnlicher Nähragar, wie Nr. 1 hergestellt, nur werden statt Gelatine 15 g Agar verwendet.

8. Peptonloser Nähragar, wie Nr. 7 zusammengesetzt, aber ohne Peptonzusatz.

9. Milchzuckeragar  $\frac{1}{2}$  Proz., wie Nr. 7 zusammengesetzt, aber mit einem Zusatz von 5 g Milchzucker.

10. Peptonloser Milchzuckeragar  $\frac{1}{2}$  Proz., wie Nr. 9 zubereitet, aber ohne Peptonzusatz.

11. Milchzuckeragar 2 Proz., wie Nr. 9, aber statt mit 5 mit 20 g Milchzuckerzusatz.

12. Peptonloser Milchzuckeragar 2 Proz., wie Nr. 11, aber kein Pepton zugesetzt.

13. Milchzuckeragar 4 Proz., wie Nr. 7 zubereitet, aber mit 40 g Milchzucker pro Liter.

14. Peptonloser Milchzuckeragar 4 Proz., wie Nr. 13, aber ohne Peptonzusatz.

15. Traubenzuckeragar  $\frac{1}{2}$  Proz., wie Nr. 7 gewonnen, aber mit Zusatz von 5 g Traubenzucker.

16. Peptonloser Traubenzuckeragar  $\frac{1}{2}$  Proz., wie Nr. 15 hergestellt, aber ohne Peptonzusatz.

17. Traubenzuckeragar 2 Proz., wie Nr. 7 hergestellt, aber mit Zusatz von 20 g Traubenzucker.

18. Peptonloser Traubenzuckeragar 2 Proz., wie Nr. 17, aber ohne Peptonzusatz.

19. Traubenzuckeragar 4 Proz., wie Nr. 7 zusammengesetzt, mit Zusatz von 40 g Traubenzucker.

20. Peptonloser Traubenzuckeragar 4 Proz., wie Nr. 19, aber ohne Zusatz von Pepton.

21. Molkenagar, wie Nr. 3, nur wurden an Stelle der Gelatine 15 g Agar zum Versteifen der Flüssigkeit verwendet.

22. Peptonloser Molkenagar, wie Nr. 21 hergestellt, aber kein Pepton zugesetzt.

23. Schottenagar, wie Nr. 5 gewonnen, nur treten an Stelle der Gelatine 15 g Agar.

24. Peptonloser Schottenagar, wie Nr. 23 hergestellt, aber ohne Peptonzusatz.

Sämtliche Nährböden wurden mit Kalilauge neutralisiert bzw. schwach alkalisch gemacht, wobei als Indikator Curcmapapier in Anwendung kam. Die Zugabe von Kalilauge zum Nährsubstrat währte so lange, bis das eingetauchte Curcmapapier sich ganz schwach braunrot färbte. Bezüglich der Herstellungsweise obengenannter Nährböden verweisen wir auf die Arbeit von A. Wigger (5), die seinerzeit in hiesigem Laboratorium ausgeführt worden ist.

Als Ausgangsmaterial für unsere Versuche diente eine 3—5 Stunden alte, auf gewöhnliche, immerhin recht reinliche Art und Weise ermolkene Kuhmilch, die dem Sammelgefäß des landwirtschaftlichen Betriebes M. in U. mittels sterilem Erlenneyer kolben entnommen, ins Laboratorium verbracht und dort auf die verschiedenen Nährböden quantitativ verarbeitet wurde. Mittels dezimal abgestuften Verdünnungen mit sterilem Wasser ( $\frac{1}{100}$ ,  $\frac{1}{1000}$ ,  $\frac{1}{10\,000}$  ccm usw.) erreichten wir eine zweckdienliche Besetzung der Platten (30—150 Kolonien pro Kultur). Zu erwähnen ist noch, daß die Milchproben vor ihrer Verwendung zur Plattenaussaat 5 Minuten kräftig



geschüttelt wurden, um allfällig vorhandene Bakterienkonglomerate tunlichst in Einzelzellen zu verteilen.

Bei der großen Zahl der zu beimpfenden Nährsubstrate erschien es wünschenswert, eine Kontrolle dahingehend auszuüben, ob während der Versuchsanstellung eventuell eine Veränderung der Keimmengen stattfindet. Zu diesem Zwecke verwendeten wir den 2 Proz. Milchzuckeragar mit Peptonzusatz, einen Nährboden, der bis anhin in unserem Laboratorium sehr häufige Verwendung fand für das Anlegen von Plattenkulturen aus Milch, Käse usw. Zu Beginn und sodann auch am Schlusse der jeweiligen Versuchsreihe wurde dieses Nährsubstrat in übereinstimmender Weise mit der zu untersuchenden Milch beschickt. Um die Beimpfung der Nährböden in möglichst kurzer Zeit durchführen zu können, bereiteten wir die Gelatine- und Agargläschen vorher so zu (Aufkochen und nachheriges Abkühlen auf Impftemperatur, 30 bzw. 40° C), daß diese Manipulation möglichst rasch durchgeführt werden konnte. Die mit bestimmten Mengen Milch beschickten und in Petrischalen ausgegossenen Nährböden wurden sodann, nach vorherigem Erstarrenlassen auf den Kühlplatten, zu bestimmten Temperaturgraden gestellt; die Gelatineplatten zu 18–20° C, die Agarplatten während 4 Tagen zu 30° C in den Brutraum und nachher während 6 Tagen zu 18–20° C. Durch jeweilige Kontrolle der Platten nach 2, 4, 6 (7) und 10 Tagen, bzw. durch Auszählen der nach diesen Zeitintervallen angegangenen Kolonien, sollte herausgefunden werden, nach welcher Zeit sämtliche gelatine- bzw. agarwüchsigen Keime zur Kolonienbildung geschritten sind. Durch Klimmer und Sommerfeldt (1) ist festgestellt worden, daß die verschiedenen Nährböden in dieser Richtung variieren; sie konstatierten z. B. für Milchserumagar (Molkenagar) eine bedeutend kürzere Entwicklungszeit für die heranwachsenden Kolonien als bei den übrigen von ihnen verwendeten Nährsubstraten.

Spezielles Augenmerk wurde den auf den verschiedenen Nährböden zur Entwicklung gelangten Keimarten geschenkt, um etwaige Unterschiede in der Mikroflora zwischen Gelatine- und Agarkulturen sowie auch innerhalb der beiden Gruppen von Nährsubstraten feststellen zu können.

#### Versuchsergebnisse der Serie I.

Zur Versuchsanstellung gelangte eine 3 Stunden alte, sauber gewonnene Mischmilch von 6 Kühen.

##### a) Gelatinekulturen (siehe nachfolgende Tabelle 1).

Nach zweitägiger Aufstellung der Gelatineplatten bei 18–20° C hat zirka die Hälfte der eingeimpften, gelatinewüchsigen Bakterien Kolonien gebildet; bei Nährboden Nr. 3 ist die Entwicklung sogar schon so weit fortgeschritten, daß die festgestellte Keimzahl derjenigen am 10. Tage sehr nahe steht; die Größe und das vielfach charakteristische Aussehen der Bakterienkolonien ist aber noch sehr bescheiden und schwer erkennbar.

Tabelle 1.

Nr. und Art des Nährbodens	Keimzahlen pro ccm Milch nach				Rangfolge
	2 Tagen	4 Tagen	6 Tagen	10 Tagen	
1. Molkengelatine . . . . .	13 000	30 000	34 000	34 000	3
2. Gewöhnliche Nährgelatine . . . . .	19 000	29 000	36 000	40 000	2
3. Peptonlose Nährgelatine . . . . .	31 000	34 000	34 000	34 000	3
4. Peptonlose Molkengelatine . . . . .	27 000	47 000	53 000	53 000	1
5. Schottengelatine . . . . .	12 000	25 000	27 000	28 000	4
6. Peptonlose Schottengelatine . . . . .	16 000	21 000	25 000	25 000	5

Da zufolge Fehlens rasch peptonisierender Spaltpilzkolonien keine Verflüssigung des Nährsubstrates droht, werden die Kulturen weitere zwei Tage zu 18–20° C gestellt. Die nach dieser Zeit vorgenommene Keimzählung ergibt bei sämtlichen Nährböden eine Steigerung der Kolonienzahl, zudem ist die Ausbildung der Kolonien so weit gediehen, daß letztere mit dem bloßen Auge deutlich von hie und da im Nährboden suspendierten Ausscheidungen unterschieden werden können. Nach 6 Tagen ist eine weitere Zunahme der Kolonienzahl zu beobachten (bis zu 25 Proz.), die teilweise noch anhält bis zum 10. Tage. Mit Ausnahme der Nährböden Nr. 5 und 6 (Schottengelatine mit und ohne Pepton) zeigen sämtliche Nährsubstrate sehr hübsche Ausbildung der Kolonien; auch schwach peptonisierende Bakterienspezies haben inzwischen eine Entwicklung erfahren, die es notwendig erscheinen läßt, die Kulturen noch vor dem störenden Einfluß der letzteren auf die Art der vorkommenden Spaltpilze zu untersuchen. Die nun vorgenommene mikroskopische Prüfung ergibt folgendes Resultat:

Nährboden Nr. 4 (Peptonlose Molkengelatine) läßt pro com Milch 53 000 Keime nachweisen. Hiervon entfallen auf:

K o k k e n (einzeln, in kurzen Ketten und in Paketen) von 1 $\mu$ Durchmesser, auf der Gelatine gelb- bis olivgrüne Kolonien bildend, Gelatine nicht verflüssigend . . . . .	3000 Keime
K o k k e n von 1 $\mu$ Durchmesser, braunrote Kolonien bildend, Gelatine verflüssigend . . . . .	1000 „
K o k k e n von $\frac{3}{4}$ –1 $\mu$ Durchmesser, weiße bis hellbraunrote Kolonien bildend, Gelatine nicht verflüssigend . . . . .	45 000 „
K u r z s t ä b c h e n, 1,5–2 $\times$ 0,5 $\mu$ , braunrote, nicht verflüssigende Kolonien bildend . . . . .	2000 „
K u r z s t ä b c h e n, 2–2,5 $\times$ 0,5 $\mu$ , tiefgelbe, Gelatine verflüssigende Kolonien bildend . . . . .	2000 „

Das mikroskopische Bild zeigt also im wesentlichen jene, in frischer, reinlich gewonnener Kuhmilch stets anzutreffende Bakterienflora: weitaus überwiegend die verschiedenfarbigen, langsam oder gar nicht peptonisierenden Kokkenarten, daneben in geringer Zahl diverse Kurzstäbchen.

Entsprechend der peptonlosen Molkengelatine ergeben auch die übrigen Nährböden qualitativ ähnliche Resultate. Über das quantitative Verhalten der einzelnen Nährsubstrate gibt Tabelle 1 näheren Aufschluß. Nach den dort niedergelegten Zahlen erweist sich die peptonlose Molkengelatine als günstigster Nährboden für die Bestimmung der Keimzahl, diesem folgen mit stets abnehmender Bakterienmenge die gewöhnliche Nährgelatine, die peptonlose Nährgelatine, Molkengelatine und schließlich noch die beiden Schottengelatinenährböden. Nun ist es ja ohne weiteres klar, daß es nicht angeht, von einem einzigen Versuchsergebnis auf die Qualität eines Nährsubstrates schließen zu wollen. Die schon genannte verschiedenartige Beschaffenheit der Milch hinsichtlich ihrer Bakterienflora und sodann der bloße Zufall, nebst gänzlich unbekannten Faktoren, spielen bei derartigen Versuchen eine nicht zu unterschätzende Rolle. Es wurden deshalb noch weitere entsprechende Versuche über die Eignung verschiedener Gelatine-nährböden für die Züchtung der Mikroflora aus frischer Milch gemacht, über die später berichtet wird.

#### b) Agarkulturen (siehe nachfolgende Tabelle 2).

Nach zweitägiger Bebrütung der Agarkulturen bei 30° C ist die Großzahl der agarwüchsigen Bakterienkeime zur Kolonienbildung geschritten. Einige Nährsubstrate, so der 2proz. Milchzuckeragar, der  $\frac{1}{2}$ proz. Milchzuckeragar mit und ohne Pepton und sodann der Molkenagar zeigen so kräftige Entwicklung der Kolonien, daß man auf den ersten Blick annehmen könnte, es wären hier alle, überhaupt nachweisbaren Bakterien zu Kolonien angekommen. Wie wir uns aber nach nochmaliger Zählung der Kolonien am 4. Tage überzeugen konnten, war dies bei keinem einzigen Nährsubstrat der Fall, denn überall war noch eine, wenigstens zum Teil ganz beträchtliche Keimzunahme zu beobachten. Die meisten übrigen Nährböden zeigten teils schwaches, teils sehr schwaches Wachstum, namentlich scheinen sich die Bakterien im peptonlosen 2proz. Milchzuckeragar, peptonlosen Molkenagar und in den beiden Schottenagarnährsubstraten unter besonders ungünstigen Verhältnissen entwickeln zu müssen. Auf mehreren Nährböden ist der Zuwachs an Bakterienkolonien vom 2. zum 4. Tag ein ganz gewaltiger, z. B. beträgt die Kolonienzahl bei Nr. 22 am 4. Tag nahezu das 3-fache der nach 2 Tagen ausgezählten Spaltpilzmenge. Aber nicht nur die Zahl der Kolonien, sondern auch die Größe der letzteren hat bedeutend zugenommen und, wollte nicht noch eine eventuelle weitere

Tabelle 2.

Nr. und Art des Nährbodens	Keimzahlen pro com Milch nach				Rang- folge
	2 Tagen	4 Tagen	6 Tagen	10 Tagen	
7. I. Milchzuckeragar 2% . . . . .	45 000	55 000	60 000	61 000	6
8. Gewöhnlicher Nähragar . . . . .	40 000	53 000	56 000	57 000	8
9. Peptonloser Nähragar . . . . .	46 000	60 000	63 000	64 000	4
10. Milchzuckeragar ½% . . . . .	65 000	71 000	72 000	72 000	2
11. Peptonloser Milchzuckeragar ½% . . . . .	41 000	56 000	56 000	59 000	7
12. Peptonloser Milchzuckeragar 2% . . . . .	25 000	30 000	30 000	30 000	14
13. Milchzuckeragar 4% . . . . .	36 000	57 000	57 000	57 000	8
14. Peptonloser Milchzuckeragar 4% . . . . .	25 000	48 000	48 000	50 000	11
15. Traubenzuckeragar ½% . . . . .	34 000	48 000	49 000	49 000	12
16. Peptonloser Traubenzuckeragar ½% . . . . .	70 000	82 000	85 000	85 000	1
17. Traubenzuckeragar 2% . . . . .	39 000	55 000	63 000	63 000	5
18. Peptonloser Traubenzuckeragar 2% . . . . .	45 000	61 000	61 000	64 000	4
19. Traubenzuckeragar 4% . . . . .	39 000	51 000	54 000	55 000	9
20. Peptonloser Traubenzuckeragar 4% . . . . .	45 000	69 000	69 000	69 000	3
21. Molkenagar . . . . .	65 000	78 000	80 000	85 000	1
22. Peptonloser Molkenagar . . . . .	20 000	54 000	54 000	54 000	10
23. Schottenagar . . . . .	22 000	37 000	38 000	38 000	13
24. Peptonloser Schottenagar . . . . .	14 000	15 000	17 000	19 000	15
7. II. Milchzuckeragar 2% . . . . .	42 000	53 000	57 000	57 000	8

Vermehrung der Zahl der Kolonien abgewartet werden, so wäre man versucht, schon jetzt die einzelnen Kolonien zur mikroskopischen Untersuchung heranzuziehen. Wiederholte Zählung der nun während weiteren 2 Tagen bei Zimmertemperatur (18–20° C) aufgestellten Agarplatten ergibt vielfach eine weitere, wenn auch teilweise nur geringe Zunahme der Kolonienzahl. Auch tritt nun nach dieser Zeit das Farbstoffproduktionsvermögen einzelner Bakterienspezies sehr schön hervor. Nochmalige Revision sämtlicher Kulturen am 10. Tage ergibt bei einzelnen Nährmedien einen weiteren kleinen Zuwachs an Kolonien, was beweist, wie wichtig es ist, wenn wir mit dem Zählen der Platten, sofern wir von diesen ein möglichst vollständiges Bild der Bakterienflora in frischer Milch erhoffen, möglichst lange (8–10 Tage) zuwarten. Aber nicht nur in quantitativer Hinsicht, sondern auch in qualitativer Beziehung wird bei einer längeren Bebrütungszeit der Agarkulturen gewonnen. Erwiesen sich nach 4tägiger Bebrütung die meisten Bakterien in grauweißen bis gelblichen Kolonien wachsend, so zeigte sich uns nach 8–10 Tagen der Aufbewahrung ein wesentlich anderes Bild, indem ein Großteil der Spaltpilze zu reicher Farbstoffbildung geschritten war. Vom zarten Zitronengelb bis zum Scharlachrot sind alle möglichen Farbennuancen vertreten. Da das Pigmentbildungsvermögen der einzelnen Bakterienspezies ein nicht zu unterschätzendes diagnostisches Merkmal für ihre Bestimmung bildet, so ist leicht einzusehen, daß eine längere Bebrütungs- bzw. Wachstumsperiode für die Erkennung der Bakterienarten von großem Wert ist. Hieran ist natürlich auch die Forderung zu knüpfen, daß die Kontrolle nach 2, 4, 6 usw. Tagen nicht ausbleiben darf, da bekanntermaßen die Farbe des Pigments mit fortschreitendem Alter wechseln kann; Kokkenkolonien, die z. B. in jugendlichem Stadium ausgesprochen weiße Farbe zeigen, erfahren oft mit zunehmendem Alter eine Verfärbung in hell-braunrot.

Was das Verhalten der einzelnen Nährböden in dieser ersten Versuchsserie anbetrifft, so ist folgendes zu sagen:

Sowohl quantitativ als auch qualitativ am besten erweist sich der Molkenagar mit Peptonzusatz. Auf ihm sind die Bakterienkolonien nicht nur in größter Zahl, sondern auch in schönster Ausbildung vorhanden. Gleich große Kolonien, aber weniger schönes Wachstum zeigt der peptonlose ½ proz. Traubenzuckeragar. Mit sinkender Keimzahl folgt diesem der peptonhaltige ½ proz. Milchzuckeragar. Die Großzahl der übrigen Nährsubstrate ergibt einen Keimgehalt, der etwa ½–¾ desjenigen der erstgenannten Nährböden ausmacht. Ganz bescheidene Resultate liefern die beiden Schottenagarnährmedien, auch der 2 proz. peptonlose Milchzuckeragar scheint eine für das Bakterienwachstum ungünstige Beschaffenheit zu haben. Im allgemeinen ist zu konstatieren,

daß die peptonhaltigen Milchzuckeragarnährböden bessere Ergebnisse zeitigten als die peptonlosen Substrate. Desgleichen ergeben auch die peptonhaltigen Molken- bzw. Schottenagarkulturen höhere Keimmengen als die entsprechenden peptonlosen Medien, während beim gewöhnlichen Nähragar und sodann auch bei den Traubenzuckeragarnährböden gerade das Gegenteil der Fall ist, indem der Zusatz von Pepton eher schädigend als fördernd für das Bakterienwachstum zu wirken scheint. Im weitern ist aus Tabelle 2 ersichtlich, daß die Nährböden mit relativ hohem Zuckergehalt sehr oft wesentlich schlechtere Resultate geliefert haben als die zuckerarmen Nährsubstrate.

Die mikroskopische Prüfung, die am 10. Tage vorgenommen wurde, führte zu dem Ergebnis, daß innerhalb der verschiedenen Nährmedien keine wesentlichen Unterschiede konstatiert werden konnten. In der Natur des Ausgangsmaterials — frische, reinlich gewonnene Kuhmilch — liegt es, daß hinsichtlich des prozentualen Anteils der einen oder anderen Bakterienspezies an der Gesamtkeimzahl kleinere Differenzen vorkommen können. Wiederum, wie auf den Gelatineplatten, treffen wir hier eine äußerst bunte Kokkenflora an, dagegen können wir nirgends die auf den Gelatinekulturen in kleinen Prozentsätzen vorhanden gewesenen, in braunroten und tiefgelben Kolonien wachsenden Kurzstäbchen nachweisen.

Vergleichen wir die Ergebnisse der Agar- mit jenen der Gelatinekulturen, so fällt vor allem auf, daß auf ersteren bedeutend mehr Spaltpilze zur Kolonienbildung geschritten sind als auf letzteren. Gewöhnlich wird ein solcher Befund dem Umstande zugeschrieben, daß die Gelatineplatten zufolge der auf ihnen wachsenden verflüssigenden Bakterien zu früh gezählt und untersucht werden müssen. In vorliegendem Fall war die Peptonisierung bzw. die Verflüssigung der Gelatinemasse durch Bakterien eine äußerst geringe, die Kolonienbildung konnte ungestört und ohne Anwendung von Silbernitrat zur Abtötung der verflüssigenden Keime während voller 10 Tage vor sich gehen. Demzufolge müssen wir also annehmen, daß die Gelatine an und für sich für die Bakterien einer 3 Stunden alten, reinlich gewonnenen Milch schlechtere Existenzbedingungen bietet als der Agar; oder aber, was auch der Fall sein könnte, daß den Bakterien aus frischer Milch die 4tägige Bebrütung bei 30° C besser zugesagt hat als die beständig auf sie einwirkende Zimmertemperatur, bei der die Gelatineplatten während des ganzen Versuches gehalten wurden. Da ja z. B. Molkenagar und Molkenagelatine außer des Versteifungsmittels die gleiche chemische Zusammensetzung aufweisen, müssen wir die völlig differenten Ergebnisse der genannten Kulturen (85 000 Keime bei Molkenagar, 34 000 Keime bei Molkenagelatine) auf obige Art und Weise zu erklären suchen.

Wenn wir an Hand dieser ersten Versuchsserie trotzdem zum Schlusse kommen, die Gelatineplatte als wertvolle Ergänzung der Agarkultur zu erklären, so tun wir das deshalb, weil die Gelatineplatte uns wertvollen Aufschluß darüber gibt, ob wir es mit einer peptonisierenden, das heißt eiweißlösenden Bakterienart zu tun haben oder nicht; im weiteren können durch sie gewisse Bakterienspezies, die auf den Agarplatten vielleicht gar nicht oder nur schwach gedeihen (z. B. in vorliegendem Versuch die beiden Kurzstäbchenarten) oft allein nachgewiesen werden.

#### Versuchsergebnisse der Serien II—IV.

In nachfolgendem geben wir an Hand zweier Tabellen die Resultate von 3 weiteren Versuchsserien, die sämtlich der eben besprochenen Serie I hinsichtlich Ausführung vollkommen gleich sind, wieder. Um Raum zu gewinnen, verzichten wir auf die detailierte Wiedergabe der Ergebnisse; auch in der Besprechung der letzteren können wir uns kurz fassen, da manche, in Serie I gemachte Beobachtung in vorliegenden Versuchen ihre Bestätigung gefunden hat.

Es wurden verwendet:

Für Serie II eine 3 Stunden alte, sauber gewonnene Mischmilch von 6 Kühen vom Landwirtschaftsbetriebe M. in U.

Für Serie III eine 14 Stunden bei 16—18° C gestandene, sauber gewonnene Mischmilch gleicher Herkunft.

Für Serie IV eine 3 Stunden alte, der Serie II entsprechende Mischmilch anderen Datums.

#### a) Gelatinekulturen (siehe nachfolgende Tabelle 3).

Bemerkungen zu Serie II. Wie schon angeführt, liegen den Versuchen der Serie II die gleichen Bedingungen zugrunde, wie denjenigen der Serie I. Die verarbeitete Milch erwies sich als etwas keimreicher, enthielt aber so ziemlich die nämliche Bakterienflora wie die Milch der ersten Versuchsreihe. Bezüglich des Wachstums der Gelatinekulturen nach 2, 4, 6 und 10 Tagen, kann auf das anlässlich der Besprechung

Tabelle 3.

Nr. und Art des Nährbodens	Serie II		Serie III		Serie IV	
	Keimzahl pro ccm Milch	Rang- folge	Keimzahl pro ccm Milch	Rang- folge	Keimzahl pro ccm Milch	Rang- folge
1. Molkengelatine . . . . .	52 000	3	1 650 000	4	121 000	3
2. Gewöhnliche Nährgelatine .	54 000	2	2 000 000	2	125 000	2
3. Peptonlose Nährgelatine . .	75 000	1	2 200 000	1	137 000	1
4. Peptonlose Molkengelatine .	47 000	4	1 700 000	3	125 000	2
5. Schottengelatine . . . . .	43 000	5	102 000	6	82 000	5
6. Peptonlose Schottengelatine	26 000	6	105 000	5	83 000	4

der Versuchsergebnisse der genannten Serie Gesagte verwiesen werden. Immerhin hat innerhalb der verschiedenen Gelatinenährböden eine Verschiebung der Rangfolge stattgefunden, indem diesmal nicht mehr die peptonlose Molkengelatine hinsichtlich maximaler Keimzahl an erster Stelle steht, sondern die peptonlose Nährgelatine.

Erstgenanntes Nährsubstrat steht diesmal an 4. Stelle und hat, wie die beiden Schottengelatinenährböden, ein unbefriedigendes Ergebnis geliefert.

Bemerkungen zu Serie III. Vor allem fällt hier der hohe Keimgehalt der zur Versuchsanstellung verwendeten Milch auf. Es erschien uns wünschenswert, nicht nur eine 3—5 Stunden alte Milch, respektive deren Bakterienflora hinsichtlich des Gedeihens der letzteren auf unseren Nährböden zu prüfen, sondern zu diesem Zwecke auch ältere — in vorliegendem Falle eine 14 Stunden alte — Milch heranzuziehen. Im Gegensatz zu den Gelatinekulturen der Serien I und II, wo noch nach 10tägiger Aufbewahrung eine Vermehrung der Zahl der Kolonien zu konstatieren war, wurde hier die Maximalzahl an geförderten Bakterienkolonien schon nach 5 Tagen erreicht. Wie bei Serie II, so steht auch hier die peptonlose Nährgelatine hinsichtlich Keimzahl obenan, währenddem die beiden Schottengelatinenährböden ungünstige Ergebnisse zeigten. Betreffend der mikroskopisch festgestellten Keimarten ist zu bemerken, daß in der 14 Stunden bei 16—18° C gestandenen Milch bereits eine Auslese der Bakterienarten stattgefunden hat in dem Sinne, als wir nunmehr nur noch 2 verschiedene Kokkenspezies antreffen, von denen die eine Gelatine zu verflüssigen vermag, die andere dagegen nicht.

Bemerkungen zu Serie IV. Die Ergebnisse dieser Versuche stimmen mit denen der Serie II so ziemlich überein. Nach 7 Tagen ist, bis auf eine Ausnahme, auf allen Nährböden die höchste Keimzahl erreicht. Wiederum, wie bei den beiden vorgängig besprochenen Versuchsserien, zeigt die peptonlose Nährgelatine die maximale Kolonienentwicklung, wobei die Ausbildung der einzelnen Bakterienkolonien eine recht gute ist.

#### b) Agarkulturen (siehe nachfolgende Tabelle 4).

Bemerkungen zu Serie II. Nach 2- und 4tägiger Bebrütung der Agarkulturen bei 30° C können die gleichen Beobachtungen gemacht werden wie bei Serie I. Nach 7 Tagen kann noch eine kleine Zunahme der Kolonienzahl konstatiert werden, vereinzelt sogar noch anlässlich der Revision der Kulturen am 10. Tage. Wie bei den Gelatinenährböden so hat auch hier eine Verschiebung der Rangfolge der einzelnen Nährmedien stattgefunden. Während in Serie I der peptonlose  $\frac{1}{2}$ proz. Traubenzuckeragar sowie der peptonhaltige Molkenagar die besten Resultate geliefert hatten, so ist es diesmal der peptonhaltige 4 proz. Milchezuckeragar, der am meisten Bakterien pro ccm Milch nachweisen läßt. Diesem sehr nahe hinsichtlich der geförderten Keimmengen stehen die Nährböden Nr. 9 und 10 (peptonloser Nähragar und peptonhaltiger  $\frac{1}{2}$ proz. Milchezuckeragar). Letztere sind namentlich durch reiche Farbstoffproduktion ihrer Bakterienkolonien ausgezeichnet. Auch der peptonhaltige Molkenagar ergibt ein sehr schönes Resultat, immerhin steht er hinsichtlich gelieferter Keimmengen den erstgenannten Nährböden bedeutend nach.

Bemerkungen zu Serie III. Entsprechend den Gelatineplatten lassen auch die Agarkulturen eine, die vorangegangenen Versuchsreihen weit überragende Keimzahl konstatieren. Die von den Gelatinenährsubstraten maximal erreichten Keimmengen werden von der bestfrequentiertesten Agarplatte um rund 1 Million Keime pro

Tabelle 4.

Nr. und Art des Nährbodens	Serie II		Serie III		Serie IV	
	Keimzahl pro ccm Milch	Rang- folge	Keimzahl pro ccm Milch	Rang- folge	Keimzahl pro ccm Milch	Rang- folge
7. I. Milchzuckeragar 2% . .	63 000	13	1 570 000	14	110 000	10
8. Gewöhnlicher Nähragar . .	81 000	7	2 300 000	7	71 000	16
9. Peptonloser Nähragar . .	114 000	2	2 360 000	6	140 000	1
10. Milchzuckeragar ½% . .	108 000	3	3 200 000	1	135 000	3
11. PeptonloserMilchzuckeragar ½% . . . . .	84 000	6	2 990 000	3	119 000	8
12. Peptonloser Milchzuckeragar 2% . . . . .	46 000	15	1 400 000	16	73 000	15
13. Milchzuckeragar 4% . . . .	116 000	1	3 050 000	2	130 000	5
14. Peptonloser Milchzuckeragar 4% . . . . .	31 000	17	1 260 000	17	75 000	14
15. Traubenzuckeragar ½% . .	70 000	12	1 900 000	10	133 000	4
16. Peptonloser Traubenzucker- agar ½% . . . . .	80 000	8	2 380 000	5	137 000	2
17. Traubenzuckeragar 2% . .	85 000	5	1 750 000	12	127 000	6
18. Peptonloser Traubenzucker- agar 2% . . . . .	74 000	10	1 950 000	9	101 000	11
19. Traubenzuckeragar 4% . .	71 000	11	1 800 000	11	97 000	12
20. Peptonloser Traubenzucker- agar 4% . . . . .	85 000	5	1 800 000	11	126 000	7
21. Molkenagar . . . . .	98 000	4	2 400 000	4	119 000	8
22. Peptonloser Molkenagar . .	75 000	9	2 000 000	8	80 000	13
23. Schottenagar . . . . .	32 000	16	1 600 000	13	46 000	17
24. Peptonloser Schottenagar . .	24 000	18	1 400 000	16	41 000	18
7. II. Milchzuckeragar 2% . .	62 000	14	1 500 000	15	116 000	9

ccm Milch übertroffen. Schon nach 2 Tagen ist meistens die höchste Keimzahl erreicht; die weitere Bebrütung bzw. Aufstellung der Kulturen bei Zimmertemperatur vermag nur noch in vereinzelten Fällen vermehrte Kolonienbildung zu bewirken. Unstreitig bietet nach 2 Tagen der peptonhaltige Molkenagar die schönste Ausbildung der Kolonien, was mit der von Klimmer und Sommerfeldt (1) für ihr Milchsäureagar festgestellten Tatsache gut übereinstimmt. Nach 10 tägiger Bebrütung bzw. Aufstellung bei Zimmertemperatur steht aber der genannte Nährboden hinsichtlich geförderter Keimmenge den Nährmedien Nr. 10, 13 und 11 bedeutend nach.

Bemerkungen zu Serie IV. Hier ist es der peptonlose Nähragar, der die Maximalzahl an Bakterienkolonien aufweist. Diesem folgen mit sinkenden Keimzahlen: Peptonloser ½proz. Traubenzuckeragar, peptonhaltiger ½proz. Milchzuckeragar, peptonhaltiger ½proz. Traubenzuckeragar usw.

#### Zusammenfassende Ergebnisse der Serien I—IV.

An Hand der nachfolgenden graphischen Tabellen 5 und 6 wollen wir kurz die Versuchsergebnisse, die mit den einzelnen Nährböden erzielt worden sind, skizzieren.

##### a) Gelatinenährböden (siehe nachfolgende Tabelle 5).

Nr. 1, Molkengelatine: Qualitativ sehr gutes, quantitativ aber unbefriedigendes Resultat (3., 3., 4., 3. Rang).

Nr. 2, gewöhnliche Nährgelatine: Erweist sich als bedeutend besser als Nr. 1, sie vermag in allen 4 Serien den 2. Rang zu behaupten.

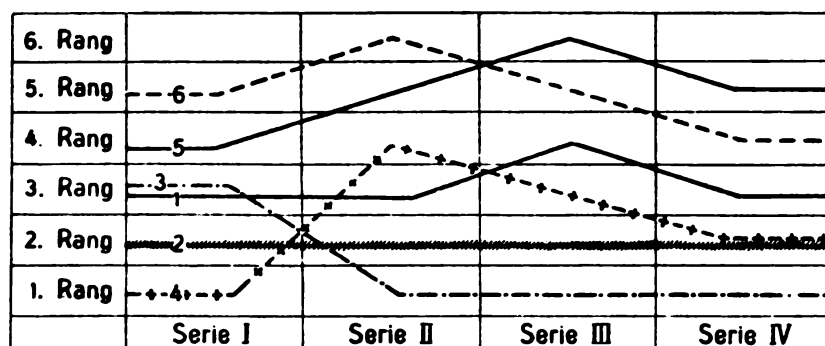
Nr. 3, peptonlose Nährgelatine: Weitaus bester Nährboden hinsichtlich geförderter Bakterienmenge; Ausbildung der Kolonien läßt hie und da etwas zu wünschen übrig.

Nr. 4, peptonlose Molkengelatine: Ergebnis ähnlich demjenigen von Nr. 1, Ausbildung der Kolonien aber bedeutend schlechter.

Nr. 5 und 6, Schottengelatine mit und ohne Pepton: Durchwegs sehr unbefriedigende Resultate.

**Graphische Darstellung der Rangfolge der verschiedenen Gelatinenährböden hinsichtlich der Menge der auf ihnen gewachsenen Bakterienkolonien.**

Tabelle 5 (Kurve 1).



Die Zahlen bedeuten die betreffenden Nummern der Nährböden.

Soweit die bis anhin aus den 4 Versuchsserien gewonnenen Resultate einen Schluß auf die Qualität der verschiedenen Gelatine-Nährböden ziehen lassen, so wäre festgestellt:

Am besten erwies sich Nährsubstrat Nr. 3, die peptonlose Nährgelatine, dieser folgt Nährboden Nr. 2, die gewöhnliche Nährgelatine. Der Zusatz von 1 Proz. Pepton scheint demnach in vielen Fällen auf das Bakterienwachstum eher schädigend als fördernd zu wirken. Ähnliches ist auch zu konstatieren bei Molkengelatine, indem das peptonlose Substrat zum Teil bessere Resultate zeitigt, als das peptonhaltige. Schottengelatine mit und ohne Pepton ergeben durchweg unbefriedigende Ergebnisse, aus welchem Grunde diese beiden Nährböden in Zukunft von der Versuchsanstellung ausgeschlossen werden.

#### b) Agarnährböden (siehe nachfolgende Tabelle 6).

Hier fällt vor allem auf, wie die einzelnen Nährsubstrate in ihrer Rangfolge außerordentlich stark schwanken.

Trotzdem kann eine gewisse Gesetzmäßigkeit doch beobachtet werden, indem die Größe der Schwankung meistens auf eine gewisse Anzahl Rangnummern beschränkt ist. Dies gilt insbesondere für jene Nährböden, die sich entweder als ganz gut oder als ganz schlecht erwiesen haben. Es ist hierzu noch zu bemerken, daß die Einordnung eines Nährsubstrates in den einen oder anderen Rang oft eine etwas willkürliche ist, indem es vorkommen kann, daß die Schwankungen hinsichtlich der gelieferten Keimmengen sehr kleine, oft innerhalb der Fehlergrenzen einer Versuchsanstellung liegende, sind. Wollen wir also die Qualität eines Nährbodens feststellen an Hand der Kurven-Tabelle, so ist es unerläßlich, als ergänzendes Moment auch die effektiv festgestellten Keimzahlen und die Güte des Wachstums der Kolonien mit zu Rate zu ziehen.

Mit den einzelnen Nährsubstraten wurden folgende Ergebnisse erzielt:

Nr. 7, Milchzuckeragar 2%: Ergebnis unter mittel, die Kolonien werden zwar rasch und üppig ausgebildet, aber in viel zu geringer Zahl.

Nr. 8, gewöhnlicher Nähragar: Quantitativ mittelmäßiges, qualitativ sehr schönes Resultat (reiche Farbstoffproduktion der einzelnen Bakterienspezies).

Nr. 9, peptonloser Nähragar: Quantitativ bedeutend besser als Nr. 8, Ausbildung der Kolonien sehr gut.

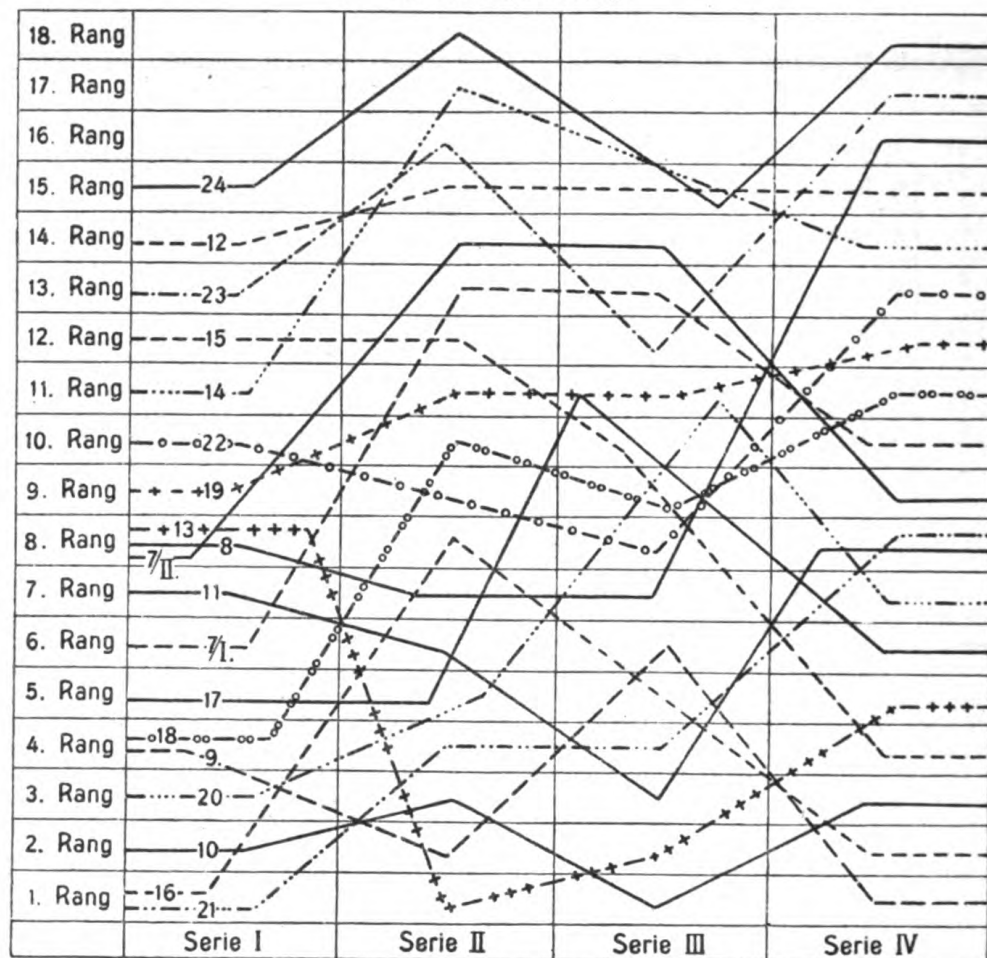
Nr. 10, Milchzuckeragar ½%: Weitaus bestes Resultat, Schwankung in der Rangfolge ist äußerst gering (2., 3., 1., 3. Rang), Ausbildung der Kolonien sehr gut.

Nr. 11, peptonloser Milchzuckeragar ½%: Gutes Resultat, immerhin steht es jenem von Nr. 10 bedeutend nach.



**Graphische Darstellung der Rangfolge der verschiedenen Agarnährböden hinsichtlich der Menge der auf ihnen gewachsenen Bakterienkolonien.**

Tabelle 6 (Kurve 2).



Die Zahlen bedeuten die betreffenden Nummern der Nährböden.

Nr. 12, peptonloser Milchzuckeragar 2%: Sehr schwaches und spärliches Bakterienwachstum.

Nr. 13, Milchzuckeragar 4%: Ordentliche Resultate, aber etwas unbeständig (8., 1., 2., 5. Rang).

Nr. 14, peptonloser Milchzuckeragar 4 Proz.: Ganz schlechtes Ergebnis.

Nr. 15, Traubenzuckeragar  $\frac{1}{2}$  Proz.: Erweist sich als mittelmäßiges Nährsubstrat, teilweise ist die Ausbildung der Kolonien eine schlechte.

Nr. 16, peptonloser Traubenzuckeragar  $\frac{1}{2}$  Proz.: Bedeutend besser als Nr. 15, aber starke Schwankungen in der Rangfolge.

Nr. 17, Traubenzuckeragar 2 Proz.: Mittelmäßiger Nährboden, zeigt große Schwankungen in der Rangfolge.

Nr. 18, peptonloser Traubenzuckeragar 2 Proz.: Ungefähr wie Nr. 17.

Nr. 19, Traubenzuckeragar 4 Proz.: Resultat unter mittel.

Nr. 20, peptonloser Traubenzuckeragar 4 Proz.: Bedeutend besser als Nr. 19, doch unbeständig in der Rangfolge.

Nr. 21, Molkenagar: Schönes Ergebnis, namentlich prächtige Ausbildung der Kolonien.



Nr. 22, peptonloser Molkenagar: Steht Nr. 21 an Qualität bedeutend nach.

Nr. 23 u. 24, peptonhaltiger und peptonloser Schottenagar: Ergeben durchwegs unbefriedigende Resultate.

Im allgemeinen kann gesagt werden, daß beim gewöhnlichen Nähragar und sodann vielfach bei den verschiedenen Agarnährböden mit Traubenzuckerzusatz die peptonlosen Substrate etwas bessere Resultate geliefert haben als die peptonhaltigen. Ein Zusatz von 1 Proz. Pepton zu den genannten Nährmedien scheint demnach manchmal schädigend auf die Bakterienentwicklung zu wirken (vgl. auch die Bemerkungen zu den Gelatinekulturen S. 441). Bei Molkenagar und sodann bei den verschiedenprozentigen Milchzuckeragarnährböden wirkt ein Zusatz von 1 Proz. Pepton fördernd auf die Kolonienentwicklung. Nährsubstrate mit geringem Gehalt an Milch- und Traubenzucker ergeben durchschnittlich befriedigendere Resultate als Nährböden mit reichlichem Zuckerzusatz; steigender Zuckerzusatz wirkt demzufolge oft hemmend auf das Wachstum der Mikroorganismen der frischemolkenen, reinlich gewonnenen Milch.

Zur Überprüfung vorstehender Schlüsse wurden nun eine weitere Anzahl Versuche durchgeführt und zwar in der Weise, daß nunmehr nur noch jene Nährböden, die sich in den ersten Serien als mittelmäßig bis gut erwiesen haben, Verwendung finden. Von der weiteren Versuchsanstellung schließen wir demzufolge aus: die Nährböden Nr. 8, 12, 14, 18, 19, 22, 23, 24, die alle in den soeben besprochenen Versuchen vorwiegend unbefriedigende Resultate geliefert hatten.

#### Versuchsergebnisse der Serien V—VIII.

Zur Versuchsanstellung gelangte eine frische, sauber gewonnene Mischmilch von 6 Kühen des landwirtschaftlichen Betriebes M. in W. Die einzelnen Proben zeigten folgendes Alter:

Bei Serie V	3 Stunden
" " VI	5 "
" " VII	3 "
" " VIII	5 "

Die Untersuchungsergebnisse sind in den nachfolgenden Tabellen 7 und 8 zusammengefaßt.

#### a) Gelatinekulturen (siehe Tabelle 7).

Die Resultate vorliegender Versuchsserien stimmen mit jenen der Serien I—IV in vielen Punkten überein. Wiederum ist es, wie in den Serien II—IV, die peptonlose Nährgelatine, die die Maximalzahl an geförderten Keimen aufzuweisen vermag. Dieser folgt die gewöhnliche Nährgelatine, die, mit einer Ausnahme, sich im 2. Rang zu behaupten vermag. Molkengelatine ergibt wiederum bessere Resultate in den peptonlosen Nummern, als in den peptonhaltigen.

Tabelle 7.

Nr. u. Art des Nährbodens	Serie V		Serie VI		Serie VII		Serie VIII	
	Keime pro cem Milch	Rangfolge	Keime pro cem Milch	Rangfolge	Keime pro cem Milch	Rangfolge	Keime pro cem Milch	Rangfolge
1. Molkengelatine . . . . .	128 000	4	200 000	4	28 000	4	84 000	3
2. Gewöhnliche Nährgelatine	138 000	2	216 000	3	84 000	2	102 000	2
3. Peptonlose Nährgelatine	160 000	1	222 000	2	90 000	1	122 000	1
4. Peptonlose Molkengelatine	132 000	3	228 000	1	66 000	3	80 000	4

Zusammenfassend können wir feststellen, daß die auf S. 442 gemachten Ausführungen anlässlich der Besprechung der Gelatinekulturen der Serien I—IV größtenteils bestätigt werden; die Qualität der Nährböden, bzw. die Einwirkung der verschiedenen Nährstoffe auf das Bakterienwachstum lassen die gleichen Schlüsse ziehen, wie bei den vorgenannten Versuchen. Würden wir die Rangfolge der Nährböden hinsichtlich der geförderten Bakterienkeime in Form von Kurven zur Darstellung bringen, so wäre zu konstatieren, daß ihr Verlauf mit jenem der Serien I—IV so ziemlich übereinstimmt.

## b) Agarkulturen (siehe Tabelle 8).

Konnten wir bei den eben besprochenen Gelatinekulturen so ziemliche Übereinstimmung mit früheren Befunden feststellen, so ist dies bei vorliegenden Versuchen mit Agarnährböden in bedeutend geringerem Umfang der Fall.

Tabelle 8.

Nr. u. Art des Nährbodens	Serie V		Serie VI		Serie VII		Serie VIII	
	Keime pro cem Milch	Rang- folge	Keime pro cem Milch	Rang- folge	Keime pro cem Milch	Rang- folge	Keime pro cem Milch	Rang- folge
7. Milchzuckeragar 2% .	168 000	3	206 000	6	74 000	8	82 000	9
9. Peptonloser Nähragar .	214 000	1	260 000	1	106 000	5	104 000	6
10. Milchzuckeragar ½% .	128 000	8	220 000	5	112 000	3	88 000	8
11. Peptonloser Milchzucker- agar ½% . . . . .	154 000	6	240 000	4	112 000	3	122 000	4
13. Milchzuckeragar 4% .	150 000	7	196 000	7	98 000	6	112 000	5
15. Traubenzuckeragar ½% .	180 000	2	248 000	3	108 000	4	132 000	1
16. Peptonloser Traubenzuk- keragar ½% . . . . .	164 000	4	254 000	2	130 000	1	126 000	2
17. Traubenzuckeragar 2% .	160 000	5	220 000	5	78 000	7	94 000	7
20. Peptonloser Traubenzuk- keragar 4% . . . . .	160 000	5	220 000	5	—	—	94 000	7
21. Molkenagar. . . . .	160 000	5	180 000	8	114 000	2	124 000	3

Während bei früheren Versuchen namentlich der peptonhaltige ½proz. Milchzuckeragar die besten Ergebnisse zu erzielen vermochte, sind es bei den Serien V—VIII der peptonlose Nähragar und der halbprozentige Traubenzuckeragar mit und ohne Pepton, die bezüglich maximal erreichter Keimzahl dominieren. Es bestätigt diese Wahrnehmung die hinsichtlich Traubenzuckeragar oft gemachte Beobachtung, daß die Bakterien der Milch in einem Fall den Milchzucker, im anderen Falle dagegen den Traubenzucker als Nährmedium bevorzugen. Als sehr gut erweist sich auch diesmal Nährboden Nr. 9 (peptonloser Nähragar), er vermag zweimal den 1. Rang einzunehmen. Ebenso fördert der peptonhaltige Molkenagar eine ganz ansehnliche Kolonienzahl zutage (5., 8., 2. und 3. Rang), er befriedigt namentlich durch prächtige Entwicklung und reiche Pigmentbildung der auf ihm gewachsenen Kolonien. Wie schon angeführt, vermögen die Nährböden Nr. 10 und 11 (Milchzuckeragar ½ Proz. mit und ohne Pepton) den ihnen bei den Serien I—IV zugekommenen Rang nicht mehr einzuhalten, sie bewegen sich nunmehr zwischen dem 3. und 8. Rang. Die übrigen Nährsubstrate zeigen im wesentlichen die schon bei den Serien I—IV gemachten Wahrnehmungen, sie kommen den erstgenannten Nährböden sowohl in quantitativer als auch in qualitativer Beziehung keineswegs nach.

## Zusammenfassende Ergebnisse der Serien I—VIII.

## a) Gelatinenährböden.

1. In der Mehrzahl der Fälle erwiesen sich die peptonlosen Nährsubstrate den peptonhaltigen hinsichtlich geförderter Keimmengen überlegen.

2. Von den geprüften Gelatinenährböden erwies sich die peptonlose Nährgelatine am zweckmäßigsten für den kulturellen Nachweis der Bakterien in frischer, sauber ermolkener Mischmilch verschiedener Kühe, sie vermochte in 6 von 8 Fällen die maximale Keimzahl zu fördern.

3. Gewöhnliche Nährgelatine lieferte ebenfalls durchwegs günstige Resultate; in 8 Versuchen vermochte diese 7mal den 2. Rang zu behaupten.

4. Molkengelatine mit und ohne Peptonzusatz lieferten ungefähr gleiche Ergebnisse, die jedoch den unter 2 und 3 genannten Nährsubstraten keineswegs ebenbürtig waren.

5. Schottengelatine mit und ohne Pepton haben, wie wir schon früher ausführen konnten, durchwegs ungünstige Resultate ergeben.

Kurz resümierend, wäre zu konstatieren, daß es vorteilhafter ist, eine frische, sauber gewonnene Milch auf peptonlose Nährgelatine zu verarbeiten als auf peptonhaltige. Ein Zusatz von 1 Proz. Pepton scheint demnach in vielen Fällen eher hemmend als fördernd auf das Bakterienwachstum einzuwirken.

#### b) Agarnährböden.

1. Die mit wenig Milch- oder Traubenzucker versehenen Agarnährböden haben vorwiegend bessere Resultate ergeben als die Substrate mit reichlicherem Zuckergehalt.

2. Der Zusatz von 1 Proz. Pepton zu den Nährböden hat teilweise eine Hemmung der Kolonienbildung bewirkt, in anderen Fällen war eine Wirkung weder in fördernder noch in hemmender Richtung zu beobachten. Bei den milchzuckerhaltigen Nährsubstraten sowie beim Molkenagar erwies sich der Zusatz von 1 Proz. Pepton als günstig.

3. Im großen und ganzen können wir feststellen, daß der peptonhaltige halbprozentige Milchzuckeragar und der halbprozentige Traubenzuckeragar mit und ohne Pepton von den verschiedenen geprüften Agarnährböden die besten Resultate ergeben haben. Aber auch der peptonlose Nähragar hat sehr befriedigende Resultate ergeben, in 3 Fällen (von 8) vermochte dieses Nährsubstrat sogar die Maximalzahl an Keimen zu fördern. Zu bemerken ist hierzu, daß des öfteren ein deutlicher Nährstoffmangel in die Erscheinung tritt (großer Prozentsatz punktförmiger Kolonien).

4. Ein Vergleich mit den Ergebnissen der Gelatinenährböden ergibt für die Agarsubstrate ein bedeutendes Plus an geförderten Keimen. Mit Rücksicht auf eine möglichst zuverlässige Feststellung der Bakterienarten erscheint aber die Beibehaltung der Gelatinekultur — wo immer es angeht — nichtsdestoweniger als wünschenswert, da verschiedentlich konstatiert werden konnte, daß Keime, die mittels der Agarkultur nicht nachweisbar waren, auf den Gelatineplatten üppig zu gedeihen vermochten.

#### Versuchsergebnisse der Serien IX—XI (vgl. Tabelle 9).

Um den Einfluß von verschiedenem Zucker- und Peptongehalt im Agarnährsubstrat auf die Entwicklung der Spaltpilze aus frischer, reinlich gewonnener Kuhmilch weiterhin studieren zu können, wurden in den Serien IX—XI solche Agarnährböden für die Züchtung der Bakterien verwendet, die in prozentualen Abstufungen kleine bis kleinste Mengen Pepton und Zucker enthielten. Es fanden folgende Substrate Verwendung:

1.	Peptonloser Nähragar	(Nährboden Nr. 9 der früheren Serien)
2.	„	+ 1 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> Traubenzucker
3.	„	+ 5 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> „ (Nährboden Nr. 16 der früheren Serien)
4.	„	+ 1 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> „ + 1 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> Pepton
5.	„	+ 1 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> „ + 5 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> „
6.	„	+ 5 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> „ + 1 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> „
7.	„	+ 5 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> „ + 5 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> „
8.	„	+ 1 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> Milchzucker
9.	„	+ 5 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> „ (Nährboden Nr. 11 der früheren Serien)
10.	„	+ 1 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> „ + 1 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> Pepton
11.	„	+ 1 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> „ + 5 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> „
12.	„	+ 5 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> „ + 1 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> „

Tabelle 9.

Nr. und Art des Nährbodens	Serie IX		Serie X		Serie XI	
	Keime pro ocm Milch	Entwicklung der Kolonien	Keime pro ocm Milch	Entwicklung der Kolonien	Keime pro ocm Milch	Entwicklung der Kolonien
1. Peptonloser Nähragar . . . . .	164 000	sehr schön	70 000	gut	164 000	gut
2. " + 1°/∞ Trz. <sup>1)</sup> . . . . .	144 000	mäßig	46 000	schwach	224 000	"
3. " + 5°/∞ " . . . . .	152 000	"	80 000	"	208 000	"
4. " + 1°/∞ " + 1°/∞ Pept. <sup>2)</sup> . . . . .	194 000	sehr schön	68 000	gut	160 000	"
5. " + 1°/∞ " + 5°/∞ " . . . . .	194 000	gut	56 000	"	180 000	"
6. " + 5°/∞ " + 1°/∞ " . . . . .	132 000	mäßig	94 000	"	212 000	"
7. " + 5°/∞ " + 5°/∞ " . . . . .	162 000	teilw. schwach	90 000	"	204 000	"
8. " + 1°/∞ Mz. <sup>3)</sup> . . . . .	162 000	gut	88 000	sehr gut	200 000	sehr gut
9. " + 5°/∞ " . . . . .	110 000	z. T. schwach	96 000	"	236 000	sehr schön
10. " + 1°/∞ " + 1°/∞ Pept. . . . .	160 000	sehr schön	102 000	sehr schön	204 000	gut
11. " + 1°/∞ " + 5°/∞ " . . . . .	140 000	gut	72 000	gut	232 000	"
12. " + 5°/∞ " + 1°/∞ " . . . . .	100 000	schwach	90 000	"	260 000	sehr gut
13. " + 5°/∞ " + 5°/∞ " . . . . .	220 000	gut	108 000	sehr gut	228 000	gut (zeigt Kokkeninfektion)
14. Peptonloser Molkenagar + 1°/∞ Pepton . . . . .	110 000	schwach	36 000	sehr schwach	160 000	gut
15. " + 5°/∞ " . . . . .	124 000	gut	80 000	sehr schön	176 000	"
16. " + 1°/∞ " . . . . .	164 000	sehr gut	70 000	gut	180 000	"

<sup>1)</sup> Trz. bedeutet Traubenzucker.

<sup>2)</sup> Pept. bedeutet Pepton.

<sup>3)</sup> Mz. bedeutet Milchsüßholz.

- |     |                      |                                   |   |  |
|-----|----------------------|-----------------------------------|---|--|
| 13. | Peptonloser Nähragar | + 5 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> | Milchzucker + 5 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> | Pepton                                 |
| 14. | „ Molkenagar         | + 1 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> | Pepton  |  |
| 15. | „ „                  | + 5 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> | „   |  |
| 16. | „ „                  | + 1 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> | „   | (Nährboden Nr. 21 der früheren Serien) |

Die eben angeführten Nährsubstrate wurden für die bakteriologische Untersuchung einer reinlich ermolkene, 3—5 Stunden alten Kuh-Mischmilch mittels Plattenkulturen verwendet. Die einzelnen Milchproben zeigten folgendes Alter:

Bei Serie IX	3 Stunden
„ „ X	3 „
„ „ XI	5 „

Die Verarbeitung der Milch, sowie das Aufstellen und Zählen der Plattenkulturen geschah auf dieselbe Art und Weise, wie bei vorstehenden Serien I—VIII.

**Bemerkungen zu Serie IX:** Wie zu erwarten war, schwanken die Ergebnisse der einzelnen Nährböden ziemlich stark. Am meisten Keime vermag Nährboden Nr. 13, der 5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Milchzuckeragar mit 5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Pepton zur Koloniebildung zu veranlassen, diesem folgen mit sinkender Keimzahl Nr. 4 und 5 (1<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Traubenzuckeragar mit 1 und 5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Pepton). Nr. 1 (peptonloser Nähragar), Nr. 3 (½ Proz. Traubenzuckeragar ohne Pepton), sowie Nr. 16 (1 Proz. Peptonmolkenagar), die alle in den vorangegangenen Serien gute bis sehr gute Resultate zu liefern vermochten, treten hier hinsichtlich Höhe der Keimzahl teilweise stark zurück, was vermuten läßt, daß ein Zusatz von 5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Pepton — speziell zum ½ Proz. Milchzuckeragar von günstiger Wirkung ist (maximale Keimzahl und schöne Ausbildung der Kolonien). Der Einfluß des kleineren oder größeren Gehaltes an Zucker und an Pepton äußert sich bei den Traubenzuckeragar-Nährsubstraten dahin, daß da, wo nur geringe Mengen an besagten Nährstoffen vorhanden sind — 1<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Traubenzucker und 1 resp. 5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Pepton — größere Keimzahlen festgestellt werden können als dort, wo der Zucker reichlicher beigegeben ist. Bei den Milchzuckeragarnährsubstraten ist der Einfluß geringer Mengen Milchzuckers und Peptons eher ein schlechter als ein guter, indem oft niedrigere Keimzahlen resultieren als beim peptonlosen Nähragar. Es scheint, daß hier ein Zusatz von 5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> von jedem der beiden Nährstoffe maximales Wachstum hervorzubringen vermöge. Für Molkenagar glauben wir feststellen zu können, daß hier mindestens 1 Proz. Pepton zugesetzt werden muß, um reichliches Wachstum der eingepfropften Bakterienkeime zu ermöglichen. Trotz der relativ reichlichen Zugabe von Pepton ist der Erfolg im Vergleich zu den eben besprochenen Nährmedien ein bedeutend geringerer.

**Bemerkungen zu Serie X:** Wie in Serie IX, so weist auch hier Nährboden Nr. 13 (peptonloser Nähragar mit Zusatz von 5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Milchzucker und 5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Pepton) am meisten Keime auf. Die übrigen Resultate dieser Serie weichen dagegen von jenen der Serie IX wesentlich ab; der Einfluß schwach gesteigerter Zusätze von Zucker und Pepton zu den Nährböden auf die Entwicklung der Bakterien ist im allgemeinen kein großer und äußert sich nicht in einer bestimmten Richtung. Kleine Unterschiede in Bezug auf die geförderte Keimmenge lassen sich wohl feststellen, doch reichen sie nicht wesentlich über die Fehlergrenze der Versuchsanstellung hinaus. Molkenagar in den verschiedenen Zusammensetzungen steht auch hier hinsichtlich Größe der Keimzahl den meisten Milchzucker- und Traubenzuckeragarnährböden bedeutend nach.

**Bemerkungen zu Serie XI:** War es bei den Serien IX und X der Nährboden Nr. 13 (peptonloser Nähragar + 5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Milchzucker und 5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Pepton), der am meisten Keime zu Kolonien anregen ließ, so ist es diesmal der 5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Milchzuckeragar mit 1<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Pepton (Nr. 12). Nr. 13 zeigt Fremdinfektion von Kokken aus Luft, welche letztere wohl die Ursache des etwas schlechteren Ergebnisses sein dürfte. Nichts destoweniger ist zu konstatieren, daß dieser Nährboden (Nr. 13) neben den Substraten Nr. 9 und 11 der Maximalzahl an zur Koloniebildung schreitenden Bakterienkeimen am nächsten steht. Weitaus schlechtere Ergebnisse liefern die Molkenagarnährböden, was mit den Resultaten der beiden vorhin besprochenen Serien vollauf im Einklang steht.

### Zusammenfassende Ergebnisse der Serien IX—XI.

1. Die in den 3 vorliegenden Versuchsserien hinsichtlich der Eignung als Bakteriennährböden geprüften Agarsubstrate schwanken in ihren Ergebnissen stark. Eine bestimmte Tendenz, sich für das Bakterienwachstum

zu eignen oder nicht, macht sich bei den verschiedenen Nährböden nicht durchschlagend bemerkbar. Es ist bloß zu erkennen, daß das Nährsubstrat Nr. 13 (peptonloser Nähragar mit Zusatz von 5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Milchzucker und 5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Pepton) sich für die Kultivierung der Spaltpilze aus frischer, reinlich ermolkener Milch recht gut erweist.

2. Eine Ausnahme von dem unter Punkt 1 festgelegten Befund macht — wie schon erwähnt — der Nährboden Nr. 13 (peptonloser Nähragar + 5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Milchzucker und 5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Pepton), der in 2 Fällen hinsichtlich geförderter Keimzahl an 1. und in einem Falle an 4. Stelle steht. Ein der Nr. 13 ähnlich zusammengesetzter Nährboden, der aber statt  $\frac{1}{2}$  Proz. 1 Proz. Pepton enthielt, hat sich schon in den Versuchsserien II—IV als sehr günstig erwiesen. In den Serien V—VIII hat dieses Nährsubstrat, verglichen mit anderen geprüften Nährböden, etwas kleinere Keimzahlen geliefert. Unsere Vermutung geht dahin, daß der 1 Proz. betragende, also ziemlich hohe Peptongehalt die Ursache der Wachstumshemmung gewesen sei. Diese Vermutung wird durch den Umstand gestützt, daß bei den genannten Serien das gleiche Nährsubstrat, verglichen mit seiner peptonlosen Parallellform, kleinere Keimzahlen in Milch nachweisen ließ.

3. Es ist zu konstatieren, daß sich von den 3 Nährsubstratgruppen (Traubenzucker-Milchzucker- und Molkenagar) die Milchzuckeragarnährböden geeigneter für die Heranzüchtung der Bakterien aus Milch erwiesen als die beiden anderen Gruppen. In der Serie IX vermochten die Milchzuckeragarsubstrate zum Teil — in den beiden Serien X und XI aber durchwegs — mehr Bakterien zur Kolonienbildung zu veranlassen als dies durch Traubenzucker- und Molkenagar geschah.

4. Im Vergleich zu den verschiedenen, aus den Serien I—VIII herübergenommenen Nährböden (peptonloser Nähragar, peptonloser  $\frac{1}{2}$  proz. Milchzuckeragar, peptonloser  $\frac{1}{2}$  proz. Traubenzuckeragar, Molkenagar mit 1 Proz. Pepton) sind durch eine ganze Anzahl der in vorliegenden 3 Serien verwendeten Nährböden mit teilweise sehr geringen Beigaben von Zucker und Pepton wesentlich bessere Resultate erzielt worden.

5. Währenddem der peptonhaltige Molkenagar der Serien I—VIII relativ gute Ergebnisse lieferte, tritt dieser bei den Serien IX—XI in der Rangfolge ziemlich weit zurück (voraussichtlich zufolge der für das Bakterienwachstum günstigeren Zusammensetzung einiger Nährböden, deren Konkurrenz der peptonhaltige Molkenagar in den ersten 8 Versuchsserien nicht ausgesetzt war).

#### Versuchsergebnisse der Serien XII—XXXIV.

Wie aus den eben mitgeteilten Resultaten der Serien I—XI hervorgeht, konnten sowohl mit dem  $\frac{1}{2}$  proz. Milchzucker enthaltenden Agar mit  $\frac{1}{2}$  bzw. 1 Proz. Peptongehalt als auch mit dem  $\frac{1}{2}$  proz. Traubenzucker bergenden Agar mit  $\frac{1}{2}$  Proz. Peptonzusatz hinsichtlich der Feststellung der Keimzahl in frischer Milch recht gute Resultate erzielt werden. Wir glaubten hierbei die Wahrnehmung gemacht zu haben (vgl. diesbezügliche Bemerkung auf S. 446), daß die Bakterien der Milch das eine Mal den Milchzucker, das andere Mal den Traubenzucker als Nährstoffquelle bevorzugen. Die bloße Annahme einer derartigen Eigentümlichkeit der Mikroflora ließ es uns wünschbar erscheinen, Versuche einzuleiten, die nach dieser Richtung weiteren Aufschluß versprochen.

Durch eine größere Zahl von Parallelproben mit den oben angeführten Nährsubstraten unter Angliederung eines weiteren Agarnährbodens, dem statt 5‰ Trauben- oder Milchezucker je 2,5‰ Trauben- und Milchezucker einverleibt wurden, sollte dem genannten Zwecke gedient werden. Wir wurden hierbei von dem Gedanken geleitet, daß ein und dieselbe Milch sowohl Traubenzucker- wie Milchezucker-liebende Bakterien bergen könne, und daß in diesem Falle die Keimzahl, auf dem „Gemischten Zuckeragar“ festgestellt, jene durch die beiden vorgenannten Nährsubstrate erzielte, an Größe überlegen müsse. Die Versuche wurden in der gleichen Art und Weise durchgeführt wie diejenigen der vorher besprochenen Serien. Bezüglich des zu untersuchenden Materials sind wir insofern von dem bisher eingehaltenen Prinzip abgewichen, als wir nicht mehr eine Mischmilch verschiedener Kühe, sondern die Milch von Einzeltieren verwendeten. Es sei aber bemerkt, daß es sich bei diesen Untersuchungen auch um reinlich ermolkene, frische Milch handelt.

Die Resultate der diesbezüglichen Versuche sind in nachstehender Tabelle 10 niedergelegt. An Hand dieser Tabelle können wir folgendes feststellen:

Von den 23 eingeleiteten Versuchen ergab der gemischte Zuckeragar (peptonlosor Nähragar + 2,5‰ Traubenzucker und 2,5‰ Milchezucker mit 5‰ Pepton) in 17 Fällen die höchste Keimzahl; in einem Falle war die festgestellte Bakterienmenge gleichgroß, wie beim 5‰ Traubenzuckerpeptonagar und bei 5 Versuchen wurde die feststellbare Spaltpilzmeng durch jene des 5‰ Traubenzuckerpeptonagars übertroffen. Der letztgenannte Nährboden verhielt sich im übrigen sehr verschieden, manchmal näherte sich die durch ihn festgestellte Keimzahl der durch den gemischten Zuckeragar festgestellten bis auf wenige Tausend, manchmal blieb sie dagegen um ein wesentliches zurück. Relativ schlecht abgeschnitten hat der 5‰ Milchezuckerpeptonagar,

Tabelle 10.

Serie	Keimzahlen pro ocm Milch, nachgewies. durch Platten von Agar + 5‰ Traubenzucker + 5‰ Pepton	Keimzahlen pro ocm Milch, nachgewies. durch Platten von Agar + 5‰ Zucker + 5‰ Pepton	Keimzahlen pro ocm Milch, nachgewies. durch Platten von Agar + 2,5‰ Traubenzucker + 2,5‰ Milchzuck. + 5‰ Pepton
XII	119 000	73 000	112 000
XIII	61 000	50 000	54 000
XIV	72 000	34 000	100 000
XV	68 000	30 000	86 000
XVI	118 000	125 000	146 000
XVII	63 000	57 000	71 000
XVIII	48 000	30 000	59 000
XIX	52 000	32 000	59 000
XX	68 000	53 000	87 000
XXI	96 000	77 000	100 000
XXII	64 000	52 000	90 000
XXIII	37 000	30 000	40 000
XXIV	54 000	30 000	42 000
XXV	68 000	35 000	48 000
XXVI	210 000	170 000	180 000
XXVII	270 000	200 000	290 000
XXVIII	120 000	85 000	122 000
XXIX	280 000	240 000	250 000
XXX	200 000	138 000	230 000
XXXI	260 000	240 000	270 000
XXXII	125 000	106 000	179 000
XXXIII	220 000	190 000	240 000
XXXIV	110 000	104 000	112 000

29\*

er vermochte nur in einem Falle die Ergebnisse des Traubenzuckeragars hinsichtlich Größe der Keimzahl zu übertreffen, nie jedoch die Keimmengen, die der gemischte Zuckeragar feststellen ließ (in der Mehrzahl der Fälle sind die mittels der Milchezuckeragarplatten eruierten Keimzahlen erheblich kleiner).

Wie die eben besprochenen Versuchsergebnisse ergeben, entbehrte unser Hinweis auf die Möglichkeit des Vorhandenseins einer, hinsichtlich des Zuckerbedürfnisses verschieden veranlagten Bakterienflora der Milch, nicht ganz der Begründung (S. 446).

### Versuchsergebnisse der Serien XXXV—XLIII.

Analog den eben besprochenen Versuchsserien XII—XXXIV wurden nun noch eine Anzahl Versuche mit gleich zusammengesetzten Gelatine-nährböden gemacht. Anlässlich der Prüfung von diversen Gelatinenährsubstraten konnten wir feststellen, daß die peptonlose Nährgelatine weitaus die besten Resultate zu zeitigen vermochte, wenigstens was geförderte Keimmenge anbetrifft. Hinsichtlich des Wachstums der Bakterien auf genanntem Nährsubstrat mußten wir jedoch bemerken, daß gelegentlich, wohl zufolge Mangels geeigneter Nährstoffe, die Ausbildung der Kolonien hie und da zu wünschen übrig ließ. Angeregt durch die günstig verlaufenen, eben besprochenen Versuche mittels Agarnährböden wollten wir feststellen, ob nicht geringe Mengen von Milch- oder Traubenzucker, oder beide in Mischung gleichzeitig der peptonlosen Nährgelatine einverleibt, sowohl Zahl wie Ausbildung der Kolonien günstig beeinflussen könnte. Die diesbezüglichen Resultate sind aus nachfolgender Tabelle 11 ersichtlich.

Tabelle 11.

Serie	Keimzahlen pro ccm Milch, nach- gewiesen durch Platten v. pepton- loser Nährgelatine	Keimzahlen pro ccm Milch, nach- gewiesen durch Platten v. pepton- loser Nährgelatine + 5 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> Milch- zucker + 5 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> Pepton	Keimzahlen pro ccm Milch, nach- gewiesen durch Platten v. pepton- loser Nährgelatine + 5 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> Trauben- zucker + 5 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> Pepton	Keimzahlen pro ccm Milch, nachgewiesen durch Platten von peptonloser Nähr- gelatine + 2,5 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> Traubenzucker + 2,5 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> Milchezucker + 5 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> Pepton
XXXV	58 000	52 000	60 000	52 000
XXXVI	15 000	11 000	24 000	7 000
XXXVII	22 000	20 000	12 000	12 000
XXXVIII	31 000	29 000	33 000	28 000
XXXIX	142 000	130 000	130 000	120 000
XL	140 000	190 000	160 000	200 000
XLI	120 000	110 000	100 000	110 000
XLII	100 000	109 000	97 000	100 000
XLIII	65 000	87 000	89 000	92 000

An Hand vorstehender Tabelle 11 können wir folgendes feststellen:

1. Die verschiedenen Gelatinenährböden ergaben nicht stark differierende Untersuchungsergebnisse, so daß von einer Bevorzugung des einen oder anderen Substrates durch die Bakterien der Milch kaum gesprochen werden kann.

2. Der Erfolg der einzelnen Nährmedien hinsichtlich Zahl der zur Koloniebildung veranlaßten Bakterien ist fast von Serie zu Serie ein verschiedener; dreimal vermag die 5proz. Traubenzuckerpeptongelatine, einmal die 5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Milchezuckerpeptongelatine, zweimal die gemischte Zuckerpeptongelatine, dreimal die peptonlose Gelatine die Maximalkeimzahl zu erreichen.

3. Deutlich ist zu ersehen, daß die peptonlose Gelatine den übrigen Nährböden an Qualität nur wenig oder gar nicht nachsteht.



### Zusammenfassende Ergebnisse der Serien I—XLIII.

Unter Hinweis auf die anlässlich der Besprechung der einzelnen Serien gemachten Bemerkungen haben vorstehende Versuche im wesentlichen folgendes ergeben:

1. Bei der Prüfung von peptonloser sowie gewöhnlicher Nährgelatine, von Molkengelatine mit und ohne Pepton, wie auch von peptonhaltiger und peptonloser Schottengelatine hinsichtlich ihrer Tauglichkeit für die bakteriologische Untersuchung von frischer, reinlich gewonnener Kuhmilch mittels Plattenkulturen erwiesen sich die peptonlosen Nährsubstrate vielfach besser als die peptonhaltigen.

2. Bezüglich der Zahl der von den besagten Nährmedien nachgewiesenen Bakterien steht an erster Stelle die peptonlose Nährgelatine; die gewöhnliche Nährgelatine nimmt den 2. Rang ein. Molkengelatine mit und ohne Pepton geben ungefähr gleiche, den erstgenannten Nährböden aber immerhin nicht ebenbürtige Resultate. Ganz ungünstige Ergebnisse lieferten die beiden Schottenagarnährböden, im einen Falle mit, im anderen Falle dagegen ohne Peptonzusatz. Bei Zugabe von 5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Trauben- oder Milchsucker und 5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Pepton (oder 2,5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Traubenzucker und 2,5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Milchsucker mit 5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> Pepton) zur peptonlosen Nährgelatine wurden nur teilweise bessere Ergebnisse erzielt als mit der peptonlosen Gelatine.

3. Es hat sich ergeben, daß mit dem Zählen der bei Zimmertemperatur aufbewahrten Gelatineplatten 10 Tage zugewartet werden muß, da vielfach bis zu diesem Zeitpunkt ein Ansteigen der Kolonienzahl beobachtet werden kann.

4. Die Entwicklung der Kolonien auf den Gelatineplattenkulturen ist nach 10tägigem Wachstum im allgemeinen eine gute, nur scheint hie und da bei den peptonlosen Nährmedien zufolge Knappheit der Nährstoffe ein etwas dürftiges Wachstum der Kolonien einzutreten.

5. Die Diagnose der auf den Gelatineplatten gewachsenen Kolonien ist, gegenüber jener auf Agarplatten, bedeutend einfacher, da das Vermögen gewisser Bakterienarten, Gelatine zu verflüssigen, schön zum Ausdruck kommt. Sollte das Gelatinesubstrat durch peptonisierende Bakterien allzu rasch verflüssigt werden, was aber bei der Untersuchung frischer, reinlich ermolkener Kuhmilch nur ausnahmsweise der Fall sein dürfte, so besitzen wir im Silbernitrat immer noch ein verlässliches Mittel, um die verflüssigten Kolonien, nach vorangegangener Diagnose, rasch unschädlich zu machen.

6. Die Verwendung von Gelatine- neben Agarnährsubstraten zum Anlegen von Plattenkulturen aus frischer Milch rechtfertigt sich aus dem Grunde, weil nicht selten auf den Gelatinekulturen, dank der bescheidenen Züchtungstemperatur (18—20° C) und vielleicht auch dank der spezifischen chemischen Zusammensetzung, Bakterien zu Kolonien auswachsen und dadurch erkannt werden können, die auf Nährmedien mit Agar nicht gedeihen.

7. Die durch Gelatineplatten festgestellten Keimzahlen sind meistens wesentlich kleiner als die durch Agarplatten nachgewiesenen, was wohl seinen Grund darin haben dürfte, daß die niedere Aufbewahrungstemperatur (16—18—20° C) den meisten Bakterien einer frischen, reinlich gewonnenen Milch nicht in dem Maße zusagte, wie z. B. 30° C, bei welcher Temperatur die Agarplatten bebrütet wurden.

8. Die Prüfung von 32 verschiedenen zusammengesetzten Agarnährböden ergab, daß ein Zusatz von 2—4 Proz. Zucker, im Verein mit 1 Proz. Pepton

zum peptonlosen (auch zuckerfreien) Agar, in manchen Fällen eine deutlich in die Erscheinung tretende Hemmung der Kolonienbildung bewirkt. Es wurde konstatiert, daß eine Gabe von 5‰ Zucker, zusammen mit der gleichen Menge Pepton, dem peptonlosen Agar zugesetzt, für das Bakterienwachstum — einzelne Fälle ausgenommen — wesentlich besser war als größere Beigaben von Zucker und Pepton.

9. Milchzucker sowohl wie Traubenzucker erwiesen sich nicht immer gleich günstig für die Bakterienentwicklung; bei den einen Versuchen wurde der erstere, bei anderen dagegen der letztere bevorzugt. Beide Zuckerarten in je 2,5 ‰ und im Verein mit 5‰ Pepton dem peptonlosen Nähragar zugesetzt, ergaben einen Nährboden, der in weitaus der Mehrzahl der Fälle die höchsten Keimzahlen erzielen ließ. Dieser von uns mit „Gemischter Zuckeragar“ bezeichnete Nährboden weist folgende Zusammensetzung auf:

1000 ccm Fleischwasser  
 2,5 g Milchzucker  
 2,5 g Traubenzucker  
 5 g Pepton „Witte“  
 5 g NaCl  
 15 g Agar in Faden

10. Wie die Gelatineplatten, so sollen auch die 4 Tage bei 30° C bebrüteten und später während 6 Tagen bei Zimmertemperatur aufgestellten Agarkulturen nicht vor dem 10. Tage zur Feststellung des endgültigen Versuchsergebnisses herangezogen werden, da mitunter zu konstatieren war, daß selbst bis zu diesem Zeitpunkt ein Ansteigen der Kolonienzahl stattfand. Für die zuverlässige Feststellung der Keimarten wird es aber immerhin nötig sein, schon vorher von Zeit zu Zeit das Wachstum der Kolonien zu kontrollieren, indem das Pigment der letzteren mit zunehmendem Alter Veränderungen erleiden kann.

#### Versuche über den Einfluß der Aufbewahrungstemperatur auf die Größe der mittels Agarplatten feststellbaren Keimzahlen von Frischmilch.

Von S. Sommerfeldt (6) ist darauf hingewiesen worden, daß es nicht gleichgültig ist, bei welcher Temperatur die mit verschiedenen Milchquantitäten beschickten Agarnährböden aufbewahrt werden. Der genannte Autor fand, daß bei Zimmertemperatur durchschnittlich  $\frac{1}{3}$  mehr Keime zu Kolonien auswuchsen als bei Bruttemperatur. Im ersteren Falle waren die Milchkeime zwischen dem 4. und 7., bei höherer Temperatur dagegen schon meist zwischen dem 3. und 5. Tage ausgewachsen. Wir erinnern hier daran, daß wir im vorhergehenden Kapitel die Forderung aufgestellt haben, mit dem Zählen der Kolonien auf Agarplatten (die 4 Tage bei 30° C und 6 Tage bei Zimmertemperatur aufbewahrt worden waren) 10 Tage zuzuwarten, deshalb, weil teilweise bis zu diesem Zeitpunkt ein Ansteigen der Kolonienzahl zu beobachten war. Es sei allerdings hervorgehoben, daß wir mit anders zusammengesetzten Nährböden arbeiteten als Sommerfeldt und es deshalb wahrscheinlich ist, daß die verschiedenen Befunde zum Teil wenigstens diesem Umstände zugeschrieben werden müssen. Von weiterem Einfluß könnte auch die verschiedene bakteriologische Zusammensetzung der Mikroflora der von Sommerfeldt und der von uns verwendeten Milch gewesen sein.

Bezüglich des eingangs erwähnten Einflusses der Aufbewahrungstemperatur auf die Vermehrung der Milchbakterien auf Agarplatten haben wir auch eine Anzahl Versuche durchgeführt. Wir verglichen folgende Aufbewahrungszeiten und -temperaturen:

10 Tage bei Zimmertemperatur (18—20° C)  
 10 „ „ 30° C  
 10 „ „ 37° C  
 4 „ „ 30° C u. 6 Tage bei Zimmertemperatur (18—20° C).

Die Resultate dieser Versuche sind in nachfolgender Tabelle 12 zusammengestellt.

Pro ccm einer auf gewöhnliche Art und Weise, aber immerhin reinlich ermolkenen, 5 Stunden alten Kuhmilch (Mischmilch von 6 Kühen aus dem landwirtschaftlichen Betriebe M. in U.) konnten folgende, in Tabelle 12 niedergelegten Keimzahlen festgestellt werden:

Tabelle 12.

Art des Nährbodens	10 Tage bei 18—20° C	10 Tage bei 30° C	10 Tage bei 37° C	4 Tage bei 30° C und 6 Tage bei 18—20° C
a 5 <sup>0</sup> / <sub>∞</sub> Traubenzucker-Pepton-Agar .	220 000	280 000	270 000	260 000
b 5 <sup>0</sup> / <sub>∞</sub> Traubenzucker-Pepton-Agar .	110 000	200 000	120 000	125 000
a 5 <sup>0</sup> / <sub>∞</sub> Milchzucker-Pepton-Agar . . .	190 000	240 000	200 000	240 000
b 5 <sup>0</sup> / <sub>∞</sub> Milchzucker-Pepton-Agar . . .	104 000	138 000	85 000	106 000
a Gemischter Zuckeragar . . . . .	240 000	280 000	290 000	270 000
b Gemischter Zuckeragar . . . . .	112 000	230 000	122 000	179 000

Wie wir den obigen Zahlen entnehmen können, wurden — mit einer Ausnahme — durch 10tägigen Aufenthalt der Agarplatten bei 30° C die höchsten Keimzahlen erzielt; in einem Fall konnte dies auch bei 37° C und einmal, in Parallele allerdings mit dem Versuch bei 30° C, bei 4 tägiger Bebrütung bei 30° C und nachheriger 6tägiger Aufstellung bei Zimmertemperatur konstatiert werden. Bei der letztgenannten, kombinierten Aufbewahrungsmethode wurde dreimal, beim Aufstellen bei 18—20° C und 37° C je einmal das zweitbeste Resultat erzielt. Nicht gerade in günstigstem Lichte erwies sich die 10tägige Bebrütung bei 37° C, 3mal wurde hier das zweit-schlechteste und einmal sogar das geringste Resultat festgestellt. Noch ungünstiger stehen bezüglich geförderter Keimzahl die bei 18—20° C gehaltenen Kulturen, sie ergeben einmal das zweitbeste, einmal das zweitgeringste und 4mal das geringste Ergebnis. Auch diese Feststellungen decken sich nicht mit jenen von Sommerfeldt, doch glauben wir, daß die gleichen Gründe, die wir vorstehend hinsichtlich der Aufbewahrungsdauer für Agarkulturen angeführt haben, auch hier gelten können. Aus dem Gesagten schließen wir, daß es nicht angeht, die Ergebnisse solcher Versuche, die mit einem oder mehreren bestimmten Nährböden erzielt worden sind, als Norm auch für anders zusammengesetzte Agarnährsubstrate betrachten zu wollen. Einen weiteren, nicht zu unterschätzenden Einfluß auf die Ergebnisse derartiger Versuche übt zweifelsohne auch die qualitative Zusammensetzung der Bakterienflora des Ausgangsmaterials, der frischen Kuhmilch, aus. Je nach der Herkunft der Milchbakterien (Euter, Haarkleid, Hände des Melkers,

Melkkessel, Sammelgefäß usw.) werden auch ihre Ansprüche an die Temperatur wechseln. So wird vermutlich die Mikroflora einer Milch, die zum größten Teil aus dem Euter und dem Zitzenkanal stammt, Temperaturen von 30—37° C einer solchen von 18—20° C auch außerhalb des Euters den Vorzug geben. Der Hinweis auf anderweitige von uns ausgeführte Versuche, bei welchen eine aseptisch gewonnene Milch zu verschiedenen Temperaturen gestellt und von Zeit zu Zeit auf ihren Bakteriengehalt geprüft wurde, wobei sich ergab, daß Temperaturgrade von 30—37° C für die Vermehrung z. B. der Euterkokken von sehr günstiger Wirkung ist, mag genügen, um derartige Einflüsse als sehr wahrscheinlich hinzustellen.

Resümierend können wir an Hand vorstehender Versuchsergebnisse folgendes feststellen:

Die Prüfung verschiedener Aufbewahrungstemperaturen bezüglich ihres Einflusses auf die Größe der mittels Agarplatten feststellbaren Keimzahlen von Frischmilch hat ergeben, daß die 10tägige Bebrütung der Agarkulturen bei 30° C in der Mehrzahl der Fälle am meisten Bakterien zu Kolonien heranwachsen ließ.

#### **Versuche über den Einfluß des Schüttelns auf die mittels Gelatine- und Agarplatten feststellbare Keimzahl in frischer Kuhmilch.**

In der Literatur begegnet man, namentlich bei Erörterung der Ursachen des in frischer Milch oft beobachteten Rückganges der Keimzahl im Verlaufe einiger Stunden nach dem Melken, der Meinung, daß dieses Zurückgehen nur ein scheinbares, auf agglutinierenden Wirkungen beruhendes, sei. B u b (7) macht diese Annahme auf Grund seiner Untersuchungen an Kolostralmilch. Auch R o s e n a u und M a c C o y (8) stimmen indirekt dieser Ansicht bei, indem sie betonen, daß vielleicht manche Versuchsansteller, die eine bakterizide Wirkung, das heißt einen Keimrückgang oder wenigstens eine Wachstumshemmung der Keime in Milch nicht beobachten konnten, die negativen Resultate selbst dadurch veranlaßt hätten, daß sie bei der Probeentnahme zu stark schüttelten und so durch Zerstörung der Bakterienkonglomerate eine scheinbare Vermehrung der Bakterien erhielten. G u t z e i t (9) dagegen kommt zu gegenteiligen Ergebnissen. Er verfolgte die Vermehrung der Bakterien der Milch durch mechanische Einwirkung und fand, daß die beim Filtrieren, Zentrifugieren und Schütteln der Milch stattfindende Vermehrung keine scheinbare, durch Zerreißen von Bakterienknäueln zustande gekommene, sondern eine wirkliche sei, die aber nicht durch die mechanische Einwirkung, sondern durch die üblichen Wachstumsfaktoren (Zeit, Temperatur) bewirkt werde.

Ohne hier auf das Wesen der Bakterizidie selbst eingehen zu wollen, erschien es uns angezeigt, die sich widersprechenden Ansichten durch eine Anzahl Versuche klarzustellen. Die Versuchsanstellung war kurz folgende: Als Ausgangsmaterial diente jeweils eine auf gewöhnliche Art und Weise, aber immerhin sehr reinlich ermolmene Kuhmischmilch, die wir am Produktionsorte persönlich mittels sterilem E r l e n m e y e r kolben dem Sammelgefäß entnahmen. Nach 3—5 stündigem Aufstellen der Probe bei Zimmertemperatur (18—20° C) wurde der Inhalt des Kolbens gut durchgemischt und sodann die Hälfte der Flüssigkeit in ein weiteres steriles Glasgefäß ein-

gegossen. Die eine Milch wurde nun während 5 Minuten kräftig geschüttelt und dann sofort auf einem geeigneten Gelatine- oder Agarnährboden verarbeitet. Nach mehrmaligem Durchmischen der zweiten, nicht geschüttelten Probe, wurden auch von dieser Gelatine- bzw. Agarplatten gegossen. Nach dem Erstarren der Kulturen gelangten letztere während 10 Tagen zu Zimmertemperatur (Gelatineplatten) respektive zu 30° C (Agarplatten), nach welcher Zeit die Prüfung auf ihre Kolonienzahl erfolgte. In der nachfolgenden Tabelle 13 geben wir die auf soeben beschriebene Art und Weise gewonnenen Resultate wieder. Ein Blick auf die Zahlenreihen genügt, um den Einfluß des kräftigen Durchschüttelns der zu verarbeitenden Milch auf die Größe der Keimzahl konstatieren zu können.  $\frac{1}{3}$  sämtlicher Versuche zeigte bei den kräftig geschüttelten Proben gegenüber der nur durchgemischten Milch ein Plus von 100 und mehr Proz. der angegangenen Bakterienkolonien. Bei  $\frac{2}{3}$  aller Versuche überstieg das Plus 50 Proz. Die größte Zunahme der Kolonien auf den Plattenkulturen von geschüttelter Milch betrug 137,7, die geringste 9,0 Proz. Wir sehen aus diesen Zahlen, wie wichtig es ist, die Milch, bevor wir sie auf künstliche Nährböden behufs Feststellung der Keimzahl verarbeiten, vorerst kräftig durchzuschütteln (5 Minuten). Sehr wahrscheinlich finden sich im Euter — namentlich im Zitzenkanal — lokalisiert einzelne Bakterienhäufchen vor (Kokken, Kurzstäbchen usw.), die mit der Milch jeweils ausgewaschen werden. Möglich ist, daß auch gewisse agglutinierende Kräfte der Milch ein Zusammenballen der Spaltpilze bewirken (B u b). Findet keine kräftige Durchmischung der Milch statt, so bleiben die Bakterienkonglomerate als solche bestehen, wird dagegen intensiv während 5 Minuten geschüttelt, so genügt dies, um die Haufen zu

Tabelle 13.

Art des Nährbodens	Keimzahlen pro cem Milch		Durch kräftiges Schütteln erzielt Plus an Bakterienkolonien	
	Probe gut durchgemischt	Probe kräftig geschüttelt (5)	absolut	in %
5°/∞ Traubenzucker-Pepton-Agar	120 000	270 000	150 000	125
	200 000	280 000	80 000	40
	125 000	260 000	135 000	108
	110 000	220 000	110 000	100
5°/∞ Milchzucker-Pepton-Agar . . .	85 000	200 000	115 000	135,3
	138 000	240 000	102 000	73,9
	106 000	240 000	134 000	126,4
	104 000	190 000	86 000	82,7
Gemischter Zuckeragar . . . . .	122 000	290 000	168 000	137,7
	230 000	280 000	50 000	21,7
	179 000	270 000	91 000	50,8
	112 000	240 000	128 000	114,3
5°/∞ Traubenzucker-Pepton-Gelatine	65 000	75 000	10 000	15,4
	100 000	160 000	60 000	60
	89 000	97 000	8 000	9
5°/∞ Milchzucker-Pepton-Gelatine .	110 000	190 000	80 000	72,7
	87 000	109 000	22 000	25,2
2,5°/∞ Traubenzucker- } Pepton-	110 000	200 000	90 000	81,8
2,5°/∞ Milchzucker- } Gelatine .	120 000	140 000	20 000	16,6
Peptonlose Nährgelatine . . . . .	92 000	100 000	8 000	8,7
	65 000	100 000	35 000	53,8

sprengen und in Einzelwesen aufzulösen. Daß ein 5 Minuten langes Schütteln für diesen Zweck genügen kann, zeigt folgender Versuch:

Milch	nur durchgemischt	3900 Keime pro ccm
„	5 Minuten kräftig geschüttelt	4800 „ „ „
„	10 „ „	4600 „ „ „
„	20 „ „	4700 „ „ „

Es ist mit aller Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß diese Verhältnisse bei den einzelnen Milchproben verschieden sein werden, das eine Mal wird 5 Minuten langes Schütteln genügen, um die Bakterienhäufchen auseinanderzusprengen, ein anderes Mal dagegen wird diese Prozedur länger dauern müssen. Nach Bub (7) wären die in der mit Bouillonkulturen bestimmter Bakterienarten geimpften Kolostralmilch sich vorfindenden Bakterienkonglomerate auf agglutinierende Kräfte des Eutersekretes selbst zurückzuführen. Der genannte Autor fand, daß sich diese Bakterienklümpchen durch kräftiges Schütteln in Einzelzellen auflösten, wodurch bedeutend höhere Keimzahlen in der geschüttelten Milch als in der ungeschüttelten Parallelprobe erzielt wurden. Im Widerspruch stehen unsere Versuchsergebnisse mit den Befunden von Gutzeit (9), welcher Autor eine Vermehrung der nachweisbaren Bakterienzahl durch Schütteln, als nicht bestehend, ablehnt.

Vorstehende Ergebnisse kurz zusammenfassend, können wir folgendes feststellen:

Versuche hinsichtlich des Einflusses kräftigen Schüttelns auf die mittels Gelatine- und Agarplatten feststellbare Keimzahl in frischer Kuhmilch haben ergeben, daß 5 Minuten langes, kräftiges Schütteln der Milch 9—137,7 Proz. mehr Keime in der Milch mittels Plattenaussaat nachweisen ließ als wenn die betreffende Probe nur gut durchmischt wurde.

Statt der kurzen Wiedergabe der in vorliegender Arbeit niedergelegten hauptsächlichsten Versuchsergebnisse in Form von Schlußsätzen verweisen wir hier, um Wiederholungen zu vermeiden, auf das auf S. 453—454, 456—458 Gesagte.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, meinem verehrten Chef, Herrn Prof. Dr. M. Dügge, auf dessen Veranlassung und unter dessen Leitung ich vorliegende Arbeit im Landwirtschaftlich-Bakteriologischen Institut der Eidg. Techn. Hochschule in Zürich ausführte, für die mir im Verlaufe der Untersuchungen so mannigfach zuteil gewordene Unterstützung meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

#### Literatur.

1. Klimmer und Sommerfeldt, Die Bestimmung des Keimgehaltes in der Milch durch das Plattenverfahren. (Zeitschr. f. Gärungsphysiol. Bd. 2. 1913. S. 308—325.)
2. Smith, Über die Bedeutung des Zuckers in Kulturmedien für Bakterien. (Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Bd. 18. 1895. S. 3. Zit. bei 4.)
3. Serkowsky, Milch und Bakterien. Warschau 1900. (Zit. bei 1.)
4. Brudny, V., Untersuchungen über die Bakterizidie der Milch und über die während der bakteriziden Phase auftretenden Anpassungsformen des *Bact. coli commune*. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 22. 1909. S. 193—222.)

5. Wigger, A., Untersuchungen über die Bakterienflora einiger Kraftfuttermittel in frischem und gärendem Zustande. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 41. 1914. S. 1—232.)
6. Sommerfeldt, J., Beitrag zur Bestimmung des Keimgehaltes in der Milch. [Dissert.] (Leipzig 1912; ref. Centralbl. f. Bakter. Abt. II. Bd. 39. 1913. S. 182.)
7. Bub, Max, Besitzt die Kolostralmilch bakterizide Eigenschaften? (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 27. 1910. S. 321—336.)
8. Rosenau und Mac Coy, Journ. of med. Res. Vol. 18. 1908. No. 1, ref. Rev. génér. du lait. p. 18. Zit. bei 5.)
9. Gutzeit, Milchwirtsch. Zentralbl. Bd. 7. 1911. S. 193.

*Nachdruck verboten.*

## Ein Beitrag zur Kenntnis der schleimigen Zersetzung von Nahrungsmitteln.

Von Hilding Magnusson,

Vorsteher des Veterinärbakteriologischen Laboratoriums in Malmö (Schweden).

(Mit 4 Fig. im Text.)

Wiederholt sind verschiedene Arten von Nahrungsmitteln zwecks näherer Untersuchung der Ursache der Schleimbildung in denselben an das Veterinärbakteriologische Staatsinstitut eingesandt worden. Oft hat es sich dabei um Milch gehandelt, doch auch um Proben von Wurst. Solche Fälle sind ja nicht selten, aber da die Literatur, wenigstens was unser Land betrifft, arm an diesbezüglichen Angaben ist, und da weiter eine vorher, so viel ich weiß, noch nicht beschriebene Bakterienform einen, für ein größeres Gut sehr große Verluste bringenden Milchfehler verursacht hat, dürfte es berechtigt sein, hier darüber zu berichten, unter Beifügung einiger Photographien, die im Zusammenhang damit aufgenommen worden sind.

### I. Schleimbildung in Wurst.

Einer größeren Aufschnittwarenfirma, die feinere geräucherte Metwurst herstellt, war eine größere Partie verdorben, wobei lange, schleimige Fäden von jeder Schnittfläche der Wurst gezogen werden konnten. Wenn die Wurst, in Scheiben geschnitten, aufgetragen wurde, klebten die verschiedenen Scheiben fest aneinander, da sie durch unzählige, feine, zähe Fäden zusammengehalten wurden, wie sich beim Auseinanderziehen zeigte. Das Ganze sah unappetitlich aus, weshalb die Wurst, trotzdem sie von bester Qualität und vorzüglichem Geschmack war, als untauglich weggelegt oder zu Schleuderpreisen verkauft werden mußte.

Ich untersuchte den zähen Schleim mikroskopisch und fand dabei eine ziemlich arme, aber bunte Flora. Reinkulturen auf einer größeren Anzahl verschiedener Nährböden mit Gelatine, wobei ich, anstatt des Fleischwassers, Extrakt von derselben Wurst anwendete, ergaben die hierbei isolierten Bakterienformen, die jedoch keine schleimbildenden Eigenschaften zeigten. Mit dem Schleime impfte ich Milch, die ja oft von Bakterien (siehe unten) schleimig zersetzt wird, sowie fehlerfreie, der obigen ähnlichen Wurst, aber ohne Resultat.

## II. Schleimige Milch.

## Fall I.

Am 4. August 1913 sandte ein Viehbesitzer auf Wunsch des Bezirks-tierarztes Nordström in Väsby eine Milchprobe von einer Kuh ein, unter Beifügung eines Schreibens mit folgenden Angaben: Das Tier hatte vor 3 Wochen angefangen, aufzutrocknen, wobei im Eutersekret Klumpen und reichlicher Bodensatz auftraten. Nach einigen Tagen aber gab die Kuh wieder

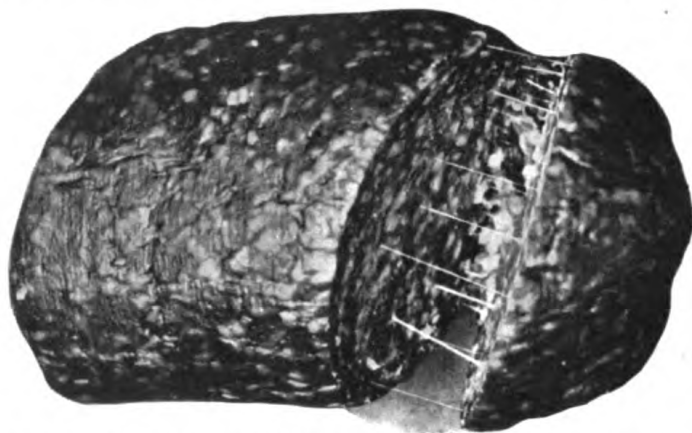


Fig. 1. Schnitt aus einer schleimigen Wurst, die zähen Fäden, die beide Schnittflächen vereinen, zeigend.

normale Milch. Dieser Vorgang wiederholte sich noch einmal in derselben Weise. Die Milch wurde einige Tage wieder klüterer, bekam aber nachher wieder ihr normales Aussehen. Sie wurde nicht mit der anderen aus dem Stall gemischt, sondern in einem besonderen Behälter aufgefangen. Dabei zeigte es sich, daß dieselbe, nachdem sie einige Stunden

gestanden hatte, zäh und fadenziehend wurde, und zwar am meisten in der Sahnenschicht.

Diese Umstände veranlaßte den Besitzer der Kuh, jetzt den Rat des Veterinär bakteriologischen Staatsinstituts zu erbitten, weil er glaubte, daß das Tier auch in Zukunft, infolge einer Euterkrankheit, „fadenziehende Milch geben würde“.

Die Milch war bei der Ankunft nicht schleimig, sondern koaguliert und reagierte deutlich sauer, zeigte aber im übrigen keine besonderen Eigenschaften und schmeckte wie gewöhnliche Sauermilch. Bei der mikroskopischen Untersuchung derselben fand ich eine normale Sauermilchflora und eine geringe Menge von Leukocyten. Eine von der Probe in sterile Magermilch gemachte Impfung stellte ich bei einer Temperatur von 18°C. auf, sie wurde nach Verlauf von 2 Tagen stark fadenziehend. Nach 3 Tagen hatte sie jedoch schon koaguliert, ihre Schleimigkeit verloren, sowie das Aussehen und den Geschmack gewöhnlicher Sauermilch angenommen.

In Platenkulturen hiervon in Laktosegelatine entstand nach 3 Tagen eine Menge äußerst kleiner, runder, weißer Kolonien ohne jede charakteristische Struktur. Als ich mit der Platinöse Abstiche machen wollte, folgte die ganze Kolonie nach und einige bildeten dabei, ehe sie vom Substrate sich abziehen ließen, mehrere Meter zähe, lange Fäden. Als ich von denselben ein mikroskopisches Präparat machen wollte, zeigte es sich, daß sie schwer zu zerreiben und fein zu verteilen waren, weil die Kolonien so zäh waren. Unter dem Mikroskop zeigten sie Linsenform, waren deutlich grampositiv und lagen zu 2 und 2 oder in kurzen Kettenverbänden von 3 bis 4 Gliedern.

Mit den Reinkulturen impfte ich weiter teils normale Milch, teils sterilisierte Magermilch. Hierbei entstand nach 2 Tagen deutliche Schleimbildung



auf beiden Substraten. Die Milch war sonst von normalem Aussehen und Geschmack und wies einen Säuregrad von 70 Thörnergrad auf. Nach 3 Tagen hörte die Schleimbildung auf und die Milchmasse koagulierte.

Stichkulturen in Gelatine zeigten keine Verflüssigung. Es entstanden perlbandähnliche s. g. Fadenkulturen ohne irgendein Wachstum auf der Oberseite. Auf Schrägagar bildeten sich nach 3 bis 4 Tagen kleine, dünne bläuliche Kolonien. Rinderserum begünstigte ersichtlich das Wachstum. In Stechagar mit Serum entstand ebenfalls deutliche Fadenkultur. In gewöhnlicher und in Laktose-Bouillon trat diffuse Trübung mit einem ziemlich reichen Bakterienniederschlag auf dem Boden der Röhren ein.

Wachstum war am kräftigsten bei 18°C., doch konnte man leicht die genannten Bakterien auch bei 37° C. züchten.

In mit Laktose und Dextrose versetzter Bouillon wurde Säure, aber kein Gas gebildet, in Substraten, die mit Milch oder Laktose versetzt wurden, entstand deutliche Viskosität, während auf gewöhnlichem Bouillon-Agar und Gelatine ohne besondere Zusätze keine Schleimbildung bemerkt werden konnte.

Infolge ihrer Eigenschaften ist demnach die isolierte Bakterie vollständig mit dem *Streptococcus acidilactici* Grothenfeldt, identisch = *Bact. lactis acidilactici* Leichman und *Bact. Güntheri* Lehmann).

Da man auf Grund der Anamnese vermuten könnte, daß die Bakterien bei der Klumpenbildung im Eutersekret der Kuh, infolge einer Mastitis, beteiligt seien, machte ich später Versuche an einer Milchkuh, die sich im letzten Drittel ihrer Laktationsperiode befand. 5 ccm der Kultur in steriler Magermilch wurden in das linke, hintere Euterviertel in der Milchzisterne injiziert. Eine pathogene Wirkung auf die Kuh oder auf das Euter war nicht zu bemerken; die Temperatur blieb normal. Das Sekret des injizierten Euterteils wurde jedoch am folgenden Tage kleinkörnig und enthielt Leukocyten, sowie in reichlicher Menge Streptokokken. Die Milch wurde fadenziehend und säuerte sehr schnell. Nach 2 Tagen hatte das Eutersekret wieder normales Aussehen und die normale Menge von Leukocyten.

Demnach dürfte die isolierte Bakterie die Ursache der beschriebenen Veränderungen im Eutersekret der Kuh gewesen sein. Meines Wissens gibt es keine Literaturangaben, außer denen von Burri, über Fälle, wo banale Saprophyten, wie die gewöhnlichen Dickmilchstreptokokken, spontan in das Euter hinein vegetiert haben und Zersetzung des Sekrets sowie später Schleimbildung in der, dem äußeren Anschein nach fehlerfreien, Milch bedingt haben.

Der Besitzer der Kuh, der von der harmlosen Natur des Milchfehlers benachrichtigt worden war, hat seitdem nichts von sich hören lassen, weshalb anzunehmen ist, daß der Milchfehler von selbst aufgehört hat.

Das beschriebene Bacterium ruft die spontane Säuerung der Milch hervor und wurde zum erstenmal 1889 von Grothenfeldt beschrieben, seitdem aber mehrere Male von verschiedenen Verff. besprochen, die dasselbe in variierender Weise beschrieben und ihm verschiedene Namen gegeben haben, wodurch eine große Verwirrung in der Nomenklatur verursacht worden ist. Es ist ein kleines, grampositives Stäbchen, oder ähnelt ovoiden Kokken, die in kürzeren oder längeren Kettenverbänden liegen. Kruse hat es in die große Gruppe der Streptokokken eingereiht.

Außer rein säuernd, scheint das Bacterium auch unter gewissen Verhältnissen in schleimbildenden Rassen in der Milch auftreten zu können. Mehrere solcher Fälle sind in der Literatur angegeben.

Am bekanntesten dürften die Untersuchungen von Gerda Troili-Petersson über die Flora der im nördlichen Schweden so allgemein verwendeten Zämilch sein. Die Verf. fand als beständige Ursache der Schleimbildung hier eine Bakterien-

art, die vollständig mit der oben geschilderten übereinstimmt. Infolge der Veränderungen, die dieselbe in der Milch gleichzeitig mit dem Säuern hervorrief, erhielt sie den Namen *Bacterium lactis longi*.

1914 machte Burri Untersuchungen über die Ursache eines unangenehmen Käsefehlers in einer Molkerei in der Schweiz, wobei er als Ursache desselben eine mit den genannten Streptokokken sowohl morphologisch wie kulturell übereinstimmende Bakterienform fand. Der in der Presse liegende Emmenthaler Käse konnte nicht genügend von der Molke befreit werden, weil dieselbe eine zähe und schleimige Konsistenz angenommen hatte. Der Käse neigte daher sehr zum Brechen und wies auch in anderer Hinsicht Fehler auf. Burri nahm an, daß die isolierte Bakterie sich schon in dem Euter der Kuh vorgefunden habe, weil Milchproben, die unter möglichst großen Vorsichtsmaßregeln entnommen worden waren, schon die schleimbildende Bakterie enthalten hatten.

In Holland wendet man bei Bereitung von Edamerkäse eine sehr schleimige Molke an, die ein gleichförmiges und gutes Produkt erzielt. Die Molke wird „lange Wei“ genannt, und die Viskosität derselben wird durch Bakterien bedingt, die, nach Scholl und Burri, aller Wahrscheinlichkeit nach mit den schleimbildenden Varietäten von *Streptococcus acidilactici* übereinstimmen.

## Fall 2.

Im April 1913 meldete ein Landmann, der Milch an eine Stockholmer Molkerei lieferte, es würde darüber geklagt, daß seine Milch nach der Verteilung an die verschiedenen Haushaltungen in der Stadt schleimig und unappetitlich gewesen sei. Die Molkerei, mit der ein Vertrag geschlossen worden war, weigerte sich daher, den vereinbarten Preis zu bezahlen, weil keine Milch von dem großen Tierbestande zum sofortigen Verbrauch verkauft werden konnte. Hierdurch waren natürlich große Verluste entstanden, und man verlangte daher eine Klarlegung der Ursachen des Fehlers der genannten Milch und ob derselbe gehoben werden könnte. Der Tierbesitzer hatte Verdacht, daß die Milch auf irgendeine Weise in der Meierei verunreinigt würde, da an der Milch, die im Haushalte des Gutes selbst verwendet wurde, nichts aufgefallen war.

Ich untersuchte nun eine Probe von einer jeden von der Meierei angekommenen, plombierten Flasche unmittelbar nach der Ankunft. In den meisten Proben war die Milch nach einer 20 stündigen Aufbewahrung bei Zimmertemperatur schleimig geworden. Milch, die von anderen Gütern nach der Meierei kam, zeigte solche Veränderungen nicht.

Sterile Magermilch, die ich mit einer Spur von der schleimigen Milchprobe impfte, wurde nach Verlauf von 48 Stunden deutlich fadenziehend. Ich machte Plattenkulturen mit Milchgelatine von sämtlichen Proben, und hierbei wuchs fast ausschließlich nur 1 Art von Bakterien, nämlich ein kleines, peptonisierendes, gramnegatives Stäbchen, das bei fortgesetzter Züchtung gut in Milch und anderen Nährsubstraten gedieh und überall stark visköse Kulturen bildete.

Daß die genannte Bakterie die Ursache des genannten Milchfehlers war, mußte ich daher mit aller Wahrscheinlichkeit annehmen.

Auf Wunsch des Viehbesitzers reiste ich später nach dem in Södermanland belegenen Gute, um an Ort und Stelle die Verhältnisse zu untersuchen. Es handelte sich daselbst um einen Bestand von 140 milchenden Kühen. Da es sich möglicherweise um eine Infektion in dem Euter bei irgendeiner Kuh handeln konnte, nahm ich zuerst eine genaue manuelle Untersuchung sämtlicher Tiere vor. Von jedem Falle, wo eine Anomalie des Euters bemerkt wurde, entnahm ich besondere Milchproben. Von den anderen Tieren aber, bei denen ich solche nicht bemerkte, nahm ich Sammelproben, nachdem dieselben in entsprechend große Gruppen eingeteilt worden waren. Sämtliche Proben wurden in sterili-

sierte Glasgefäße und unter genauester Einhaltung der Vorsichtsmaßregeln entnommen. Dieselben wurden dann nach dem Laboratorium gebracht, wo sie mehrere Tage bei Zimmertemperatur stehen bleiben mußten. Keine von ihnen wurde jedoch schleimig. Der Fehler konnte also nicht auf einer Euterinfektion beruhen, sondern war aller Wahrscheinlichkeit nach eventuellen Verunreinigungen bei der Milchung selbst, oder bei der weiteren Behandlung bei der Milchung zuzuschreiben.

Das Heu war im vorigen Jahre schlecht eingebracht worden und später noch durch die Winteraufbewahrung ohne Dachschutz verschlechtert worden. Bei näherer Besichtigung zeigte sich, daß einzelne Heubündel ganz schwarz durch Schimmel waren und unangenehm rochen. Das Heu gab auch, sobald man daran rührte, reichliche Staubwolken von sich. Auch das verwendete Haferstroh war von schlechter Qualität, dunkelgrau und schimmelig und staubte stark.

Das Strohfutter wurde auf dem Heuboden verwahrt, der direkt über dem Kuhstalle lag. Der Fußboden war fehlerhaft; mehrere Bohlen fehlten und die Lücken wurden nur durch das staubige Futter ausgefüllt, das in meterlangen Wischen vom Dache herunterhing. Außerdem befanden sich dort 10 vier-eckige Lücken, durch welche das Futter zu den Tieren herabgezogen werden konnte. Das Stroh wurde 2 mal täglich verfüttert, und hierbei füllte sich der ganze Stall mit Staub, wobei gemolken wurde, wenn der sich noch nicht gesetzt hatte. Die Wasserverhältnisse waren gut. Sowohl das Trinkwasser für die Tiere, als auch das Abwaschwasser für die von der Stadtmeierei zurückkommenden Milchgefäße stammte aus einer größeren Quelle, die ungefähr 500 Meter von dem Hofe entfernt lag. Das Wasser von hier ging in geschlossenen Leitungen teils in eine größere Zisterne in den Kuhstall, teils in die Abwasch- und Kühleinrichtungen. Das Wasser, wie auch das Strohfutter untersuchte ich bakteriologisch und machte wiederholt Kulturen davon sowohl auf Milch wie auf Milchgelatine; unter Hunderten von Kolonien konnte ich jedoch keinen Schleimbildner isolieren.

Nach Angabe des Kuhstallvorstehers hatte der Milchfehler im Frühling gleichzeitig mit der Verwendung des schimmeligen Heues angefangen. Vorher hatte sich während der letzten 17 Jahre auf dem Gute nur ein einziges Mal etwas Ähnliches gezeigt, und zwar im Jahre 1912. Damals verschwand aber der Übelstand schon nach einer Woche.

Infolge dieser Auskunft und der Beschaffenheit des Strohputters nahm ich trotz des negativen Resultates der bakteriologischen Untersuchung an, daß die Ursache des Milchfehlers ein Saprophyt sei, der mit dem Heustaub in die Milch während der Behandlung derselben im Kuhstall gekommen ist. Dem Besitzer wurde daher angeraten, das fehlerhafte Dach im Kuhstalle zu reparieren, Staubbildung möglichst zu vermeiden, sowie ferner Wände und Dach sorgfältig reinigen und mit Kalk bestreichen zu lassen, und zwar, sobald die Heuernte des Jahres verfüttert worden sei. Sämtliche Tiere sollten auf die Weide herausgelassen werden. Alle diese Vorsichtsmaßregeln wurden ausgeführt, und als die Tiere auf die Weide kamen, verschwand der Milchfehler, und in dem ausgebesserten und gereinigten Kuhstall hat sich seitdem, wie uns mitgeteilt worden ist, der genannte Übelstand nicht wieder gezeigt.

#### Die Eigenschaften der isolierten Bakterie.

Es handelte sich um ein kurzes, unbewegliches Stäbchen mit abgerundeten Enden, das ungefähr doppelt so lang, wie dick war. Die Länge betrug im Durch-

schnitt  $1,7 \mu$ , die Breite  $0,7 \mu$ . Die Färbbarkeit war gut, mit Gramfärbung aber nicht. Die Bakterie hatte eine konstante äußere Form und zeigte keine Abweichungen von den obengenannten Eigenschaften, gleichgültig, in welchem Substrate sie gezüchtet wurde. Auch in sehr alten Kulturen zeigten sich nur wenige Involutionsformen und in keinem Falle konnten Kapseln nachgewiesen werden.

In Milchgelatineplatten (10 Proz. Magermilch zu gewöhnlicher 10 Proz. Gelatine), die 4 Tage bei  $15^{\circ} \text{C}$ . gestanden hatten, kamen teils große peptonisierende, faltige oberflächliche Kolonien und unebener durchlöcherter Peripherie, teils kleine, kugelförmige Kolonien auf, die nicht peptonisierten und in der Tiefe lagen. Die letzteren hatten  $\frac{1}{5}$  von dem Diameter der größeren.

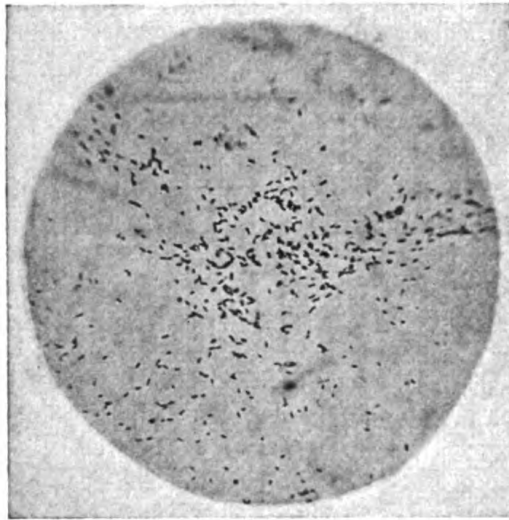


Fig. 2.

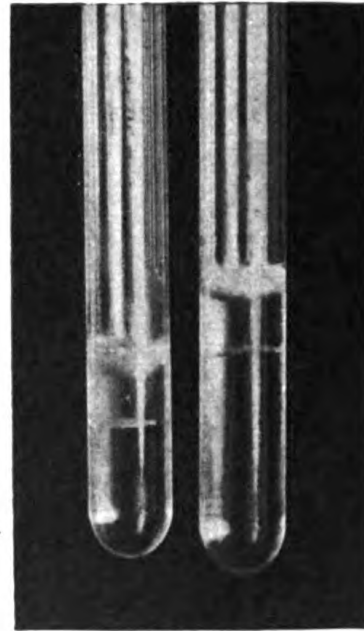


Fig. 3.

Sämtliche Kolonien wurden fadenziehend und lösten sich ganz vom Substrate ab, wenn man abstechen wollte. Die ganze Platte hatte einen aromatischen Geruch nach Äpfeln.

Im Gelatinestich trat Wachstum nur auf der Oberfläche ein. Die Verflüssigung begann schalenförmig, schritt dann aber schnell fort und die verflüssigten Partien waren gegen die übrige Gelatine abgegrenzt.

Auf Agar und Gelatineplatten ohne Zusatz von Milch war das Wachstum gleichartig, aber nicht so üppig. In Bouillon wuchs das Bacterium auf der Oberfläche in Form eines zerrissenen, schlaffen, aber zähen Häutchens, das beim Schütteln des Röhrchens zu Boden sank. Die ganze Bouillonmasse gab lange, zähe Fäden.

Im Milch war das Wachstum sehr üppig. Die Sahnenschicht wurde in 2 Tagen fadenziehend, während die Milch darunter noch ganz unverändert aussah. Nach 10 Tagen hatte sich ein Serum abgesetzt, und die ganze Masse war stark fadenziehend und roch nach Apfeläther.

Auf Kartoffeln war das Wachstum gut. Hier entstanden erhöhte, gelbgraue, saftig glänzende Kolonien von starker Viskosität und deutlichem Duft von Äpfeln.

Die Bakterien waren ausgeprägt aerob. Bei Ausbreitung auf Gelatineplatten, die danach in die Luft gestellt wurden, entstanden erst nach 5 Tagen Kolonien, die mit dem bloßen Auge sichtbar waren. Gleichzeitig gemachte Kulturen in Röhrchen mit demselben Substrat, wo aber die Säure mit Pyrogallol und Kalilauge entfernt worden war, zeigten nicht einmal nach 10 Tagen ein dem Auge bemerkbares Wachstum. Da die Einwirkung der Bakterie auf Milch von besonderem Interesse war, führte ich Versuche sowohl an normaler Milch, die 2 Stunden nach dem Melken entnommen und geimpft worden war, als



Fig. 4.

auch an sterilisierter aus. 0,5 ccm der 3 Tage alten Reinkultur in Milch setzte ich normaler, süßer Milch zu. 2 solche besäte Milchmengen verwahrte ich bei 18° C. und 2 andere bei 37° C. Außerdem stellte ich der Vergleichung wegen, 2 Flaschen mit 200 ccm von derselben Milch bei 18°, und bei 37° auf.

In den Kulturen bei 18° war schon nach 24 Stunden die Sahnenschicht deutlich faenziehend, während die Milch unverändert war. Die Viskosität steigerte sich später, und war nach 48 Stunden so stark, daß dezimeterlange Fäden mit Leichtigkeit ausgezogen werden konnten (siehe Fig. 4); am 3. Tage begann sie mit dem zunehmenden Säuregrad abzunehmen. Am 4. Tage war die ganze Milchmasse koaguliert und gleichzeitig hatte die Schleimigkeit aufgehört. Das Aussehen der besäten und unbesäten Proben war während der ganzen Zeit dasselbe, und die Koagulation trat in ihnen gleichzeitig ein; auch der Geschmack war derselbe, bis der Säuregrad anfang, sich zu steigern. Da konnte man in der besäten Milch einen schwachen, bitteren Geschmack wahrnehmen, der der anderen Milch fehlte.

Am andern Tage bemerkte ich in der besäten Milch einen deutlichen Duft von Apfeläther, der jedoch schon am folgenden Tage verschwand, weil er durch den Sauermilchgeruch verdeckt wurde.

Der Säuregrad steigerte sich in den beiden Proben gleich schnell; am 1. Tage betrug er in den besäten und unbesäten Proben resp. 22, am 2. Tage 44 und 45 und am 3. 102 und 104 Thörnergrade.

Der Reduktasegehalt steigerte sich dagegen bedeutend schneller durch die Impfung mit dem Schleimbildner. Die Reduzierungszeiten betrugen in den geimpften normalen und sterilisierten Milchproben:

Nach 24 Stunden resp. 2 Stunden . . . .	5 Stunden
„ 48 „ „ 2 Minuten . . . .	2 „
„ 3 Tagen „ 2 „ . . . .	2 Minuten
„ 4 „ „ ½ „ . . . .	½ „

Der Katalasegehalt war ebenfalls in den ersten Tagen in den besäten Proben gesteigerter:

Nach 24 Stunden 1,4 resp. 0,8
„ 2 Tagen 2,4 „ 1,5
„ 3 „ 0,8 „ 1,2

Die bei 37° C. aufbewahrte Milch, und zwar sowohl die besäte, wie auch die unberührte, koagulierte nach 24 Stunden und zeigte keine Viskosität. Die normalen Dickmilchbakterien wuchsen hier zu schnell, so daß der Schleimbildner nicht dazu kam, Schleim zu bilden, ehe er überwuchert war.

Denselben Versuch führte ich mit Kulturen in sterilisierter, süßer Milch aus, die bei 18° C. besät und steril war; sie zeigten dem äußeren Anschein nach keine Veränderungen. Die Sahnenschicht wurde jedoch stark fadenziehend; auch die darunterliegende Milchsicht war schleimig, doch in bedeutend geringerem Grade. Am andern Tage zeigte die Milch in ihrem Äußeren noch keine Veränderungen, doch steigerte die Schleimigkeit sich so, daß man sowohl von der Sahnen- als auch von der Milchsicht meterlange, zähe Fäden ausziehen konnte.

Der Geruch war aromatisch und erinnerte an Äpfel. Bei der Reduktaseprobe wurden die 2 Tage alten Kulturen in 1 Stunde, die von 6 Tagen in 8 Minuten reduziert. Der Katalasegehalt war hier jedoch nur unbedeutend erhöht. Am 3. Tage fing die Milch an, zu koagulieren. Auf dem Boden sammelte sich eine grauweiße, festere Masse, während die Flüssigkeit darüber anfang, gelblich und durchsichtig zu werden; dieselbe wurde bald honigähnlich und gab meterlange Fäden.

Die bei 37° C. aufgestellte, besäte, sterile Milch zeigte sogar nicht einmal nach 14 Tagen Veränderungen; ich nahm sie daher heraus und stellte sie bei 18° C. auf, wo sie innerhalb 24 Stunden kräftig fadenziehend wurde.

Indol konnte ich in 10 Tage alten Bouillonkulturen nicht nachweisen.

Die Resistenz war bedeutend. Über ein Jahr alte Kulturen sowohl in Milch, als auch in Bouillon und Gelatine zeigten ungeschwächte Lebenskraft und Schleimbildungsfähigkeit. Kulturen, die 5 Monate lang dem diffusen Tageslicht ausgesetzt waren, waren ebenfalls ungeschwächt.

Aufschwemmungen von Reinkulturen in Kapillarröhren setzte ich ins Wasserbad von verschiedenen Temperaturen, wo sich zeigte, daß Erhitzung bis zu 58° C. in 2 Minuten tötete, während eine Temperatur von 55° C. 5 Minuten lang für die Bakterien unschädlich war.

Bekanntlich wechselt die Schleimbildung in den verschiedenen Nährböden und bei den verschiedenen Bakterien die hierbei tätig sind. Die Streptokokken im „lange Wei“ und in der Zähmilch brauchen unbedingt Laktose oder

Gelatine, um Schleim hervorzubringen. *Bacterium lactis viscosum* Adametz ist von Zuckerarten unabhängig; es zersetzt Eiweiß und produziert kräftige Kapseln, die den Schleim enthalten.

Um zu untersuchen, in welchem Grade die Zusammensetzung des Substrates bei der Schleimbildung der genannten Bakterienform von Bedeutung ist, machte ich auch mehrere Versuche auf eiweißfreien Medien.

In 0,5 proz. Lösung von Kochsalz, der teils 1 Proz. Laktose, teils Glykose in gleicher Menge zugesetzt war, trat kein Wachstum ein. In den eiweißfreien Nährlösungen von Sullivan (Centralbl. f. Bakt. Abt. II, Bd. 16, S. 737) und Fränkel (Hyg. Rundsch. Bd. 4. S. 769) wurden ebenfalls Kulturen gemacht. Die beiden Substrate haben folgende Zusammensetzung:

	Sullivan	Fränkel
Dest. Wasser . . . . .	1000	1000
Glyzerin . . . . .	10	—
Kochsalz . . . . .	5	5
Dikaliumphosphat . . . .	1	2
Ammoniumlaktat . . . . .	0,5	6
Natr. asparagin. . . . .	10	4
Salpeter . . . . .	0,2	—
Magnesiumsulfat . . . . .	0,2	—

In diesen Substraten trat beim Besäen mit den genannten Bakterien kräftiges Wachstum und auch ausgeprägte Viskosität ein.

Ähnliche Versuche sind vorher von Tillmanns mit verschiedenen schleimbildenden Bakterien ausgeführt worden. Auch die Adametzsche Bakterie zeigte ebenfalls diese Schleimbildung und Wachstum in ganz eiweißfreien Medien, desgleichen in wässrigen Lösungen von Pepton allein.

Hierbei zeigte der von mir isolierte Schleimbildner eine Verschiedenheit gegenüber dem oben erwähnten, da bei ihm Peptonlösung allein sich als ein gutes Nährsubstrat erwies, Schleimbildung aber darin nicht eintritt.

Die Fähigkeit, Kohlehydrate zu zersetzen, erprobte ich in Cibils Bouillon, welcher ich 0,5 bis 1 Proz. der verschiedenen Präparate zufügte. Ich erprobte 22 Zuckerarten, polyvalente Alkohole und Glykoside; in sämtlichen Röhren trat kräftiges Wachstum ein, aber nirgends konnte ich eine Spaltung der genannten Kohlehydrate nachweisen.

Einer Kuh injizierte ich in das Euter 10 ccm einer 2 Tage alten Reinkultur in Magermilch, wodurch aber keine krankhaften Veränderungen eintraten. Der Schleimbildner hielt sich jedoch 3 Tage lang im Euter, und die während dieser Zeit von dem injizierten Viertel entnommene Milch nahm bei der Aufbewahrung spontan einen schleimigen Charakter an, der aber am 4. oder 5. Tage nicht mehr nachgewiesen werden konnte. Kaninchen und Meerschweinchen verhielten sich refraktär, sowohl bei intravenösen, wie auch bei intraperitonealen und subkutanen Injektionen.

Von den in Milch angetroffenen, schleimbildenden Bakterien gleicht die von mir oben beschriebene vielleicht am meisten dem *Bacterium lactis viscosum* Adametz. Letzteres wurde zuerst von Adametz in der Schweiz nachgewiesen, wo es unangenehme Milchfehler verursachte und die Butterindustrie schwer schädigte. Später ist es an mehreren anderen Orten isoliert worden. Zimmermann hat es in Wasser gefunden. Ward und Eckles in Milch in verschiedenen Farmen und Meiereien in Nordamerika. In Schweden ist es von Barthel aus einer Milchprobe, die von einem Gute in Västmanland stammte, reingezüchtet worden.



Das *Bacterium lactis viscosum* soll ein kurzes, unbewegliches Stäbchen sein, das nach einigen Verfassern (Adametz, Zimmermann sowie Lehmann und Neumann) nach Gram gefärbt wird. Nach Barthel verhält sich dasselbe aber gramnegativ; makroskopisch und mikroskopisch gleicht es am meisten dem *Bacterium pneumoniae*, und hat eine deutliche Kapsel. Milch- und Bouillonkulturen werden stark schleimig. Die Milch hat anfangs einen normalen Geruch, Geschmack und normale Reaktion, wird aber nach 5—10 Tagen zähflüssig, dann gelblich und honigähnlich. Die Bouillon wird diffus trübe. In Dextrose und Laktosebouillon bildet sie kein Gas. In der Gelatineplatte bilden sich erhöhte, tropfenähnliche, weiße oberflächliche Kolonien und kleine, punktförmige Tiefkolonien; in dem Gelatinestich entwickelt sich gutes Oberflächenwachstum, Peptonisierung tritt nicht ein. Frisch gemilchte, süße Milch, die mit *Bacterium lactis viscosum* geimpft worden ist, bekommt in 30—40 Stunden eine fadenziehende, schleimige Sahnenschicht, während die Magermilch normale Konsistenz aufweist. In demselben Maße, wie die Säuerung beginnt, verschwindet die Schleimigkeit. Butter, die aus sehr fadenziehender Sahne gemacht wird, wird weich und schmierig. War dagegen die Sahne nur in geringerem Grade schleimig, so zeigt die aus derselben hergestellte Butter eine geringere Haltbarkeit und wird oft schon nach 8—10 Tagen ranzig mit gleichzeitiger kräftiger Gasentwicklung.

In mehreren wesentlichen Punkten wich somit die von mir isolierte Bakterie von dem Schleimbildner von Adametz ab. Um näher zu untersuchen, worin diese Ungleichheiten bestanden, bezog ich eine Reinkultur von Král, und Prof. Barthel hatte die Freundlichkeit, mir auch den von ihm 1910 beschriebenen Bakterienstamm von Västmanland zu übersenden.

Diese beiden Stämme zeigten untereinander übereinstimmende Eigenschaften. Es waren gramnegative, kurze, unbewegliche Stäbchen von  $1,5\ \mu$  Länge und ungefähr  $1\ \mu$  Dicke. Sporen und Kapseln konnten auf keinem Substrate nachgewiesen werden. Auf Gelatineplatten zeigten die Kolonien dasselbe Aussehen; sie waren von zäher Konsistenz und wuchsen ebenso schnell, wie die von mir isolierte Bakterienform. Hier bemerkte ich jedoch keine Spur von Peptonisierung der Gelatine. Wenn man den oberen Deckel der Petrischalen abhob, fiel ein ekliger, widerlicher Geruch auf. Die Vegetation war auch bei  $37^{\circ}\text{C}$ . ziemlich kräftig. Die genannte Bakterie wuchs ebenso gut anaërob als aërob. Im Gelatinestich war das Wachstum sowohl auf der Oberfläche, als auch im Stich selbst gut. Nicht einmal nach 10 Tagen trat eine Verflüssigung ein. Bouillon wurde diffus getrübt und zeigte, wie alle übrigen Kulturen, nach kurzer Zeit starke Viskosität. In sterilisierter, frischer Milch wurde sowohl die Sahnens- wie auch die Milchscheit schleimig; letztere jedoch etwas später als die erstere. Der Geruch war auch hier unangenehm, der Geschmack war bitter. In normale Milch übergeführt, riefen die Bakterien schon am 2. Tage Schleimigkeit und bitteren Geschmack hervor. Später nahmen dann die Sauermilchbakterien überhand, und in dem Maße, wie der Säuregrad zunahm, verschwand die Schleimigkeit. Die Sauermilch bekam aber dabei einen deutlich bitteren Geschmack. Auf Kartoffeln war das Wachstum gut. Hier bildeten sich erhöhte, zähe Kolonien mit gelbgrauer, matter Außenfläche. Der Geruch war auch hier unangenehm. Ich versuchte auch die Einwirkung auf Kohlehydrate, wobei es sich zeigte, daß eine ganze Anzahl von diesen unter Bildung von Säure und Gas zersetzt wurde, wie z. B. Lävulose, Galak-



tose, Xylose, Mannose, Arabinose, Laktose, Maltose, Saccharose, Glyzerin, Adonit, Mannit und Sorbit.

Aus dem oben Angeführten geht hervor, daß die von Král und Barthel erhaltenen Schleimbildner in mehreren Punkten von der zuerst von Adametz beschriebenen Bakterie abweichen.

Es dürfte also verschiedene Stäbchen geben, die nicht zu den gewöhnlichen Sauermilchbakterien gehören, aber die Fähigkeit haben, Milch fadenziehend zu machen.

#### Literatur über Schleimbildung durch Bakterien.

- Schmidt-Mühlheim, Untersuchungen über fadenziehende Milch. (Pflügers Archiv. f. d. ges. Physiol. Bd. 27. 1882. p. 490.)
- Duclaux, Deuxième mémoire sur le lait. (Ann. de l'Institut. Nation. Agronom. T. 8. 1883.)
- Hueppe, Über die Zersetzungen der Milch und die biologischen Grundlagen der Gärungsphysiologie. (Deutsch. med. Wochenschr. Bd. 10. 1884. p. 777, 811.)
- Weigmann, Der Organismus der sogenannten langen Wei. (Milchzeitg. Bd. 18. 1889. p. 982.)
- Grothenfeldt, Fortschr. d. Med. Bd. 7. 1889. p. 124.
- von Ratz, Über die schleimige Milch. (Arch. f. Tierheilk. Bd. 16. 1890. p. 100.)
- Adametz, Über einen Erreger der schleimigen Milch, *Bac. lactis viscosus*. (Centralbl. f. Bakt. Bd. 7. 1890. p. 767.)
- Guillebeau, Beiträge zur Lehre von den Ursachen der fadenziehenden Milch. (Centralbl. f. Bakt. Bd. 11. 1892. p. 438.)
- Weichmann, Über eine schleimige Gärung der Milch. (Centralbl. f. Bakt. Bd. 16. 1894. p. 122.)
- Marshall, Ropiness in milk. (Michigan State Agric. College Exper. Stat. Bull. 140. Dec. 1896.)
- Troili-Petersson, Studien über saure Milch und Zähmilch. (Zeitschr. f. Hyg. Bd. 32. 1899. p. 361.)
- Ward, Ropiness in milk and cream. (Cornell Univ. Agricult. Exper. Stat. Bull. 165. 1899; 195. 1901.)
- Hohl, Ein neuer aus Stroh isolierter, „das Fadenziehen“ der Milch verursachender *Coccus Carphococcus pituitoparus*. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 9. 1902. p. 338.)
- Gruber, Beitrag zur Kenntnis der Erreger der schleimigen und fadenziehenden Milch und Charakterisierung des *Coccus lactis viscosi*. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 9. 1902. p. 785.)
- Krawkow, Hoffmeisters Beitr. Bd. 1. 1902. p. 524.
- Tillmann, Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmitt. Bd. 5. 1902. p. 897.)
- Burri, Über einen schleimbildenden Organismus usw. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 12. 1904. p. 192.)
- Sato, Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 19. 1907. p. 27.)
- Kruse, Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Orig. Bd. 34. 1908. p. 737.)
- Burri u. Thöni, Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 23. 1909. p. 23.)
- u. Allemann, Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmitt. Bd. 18. 1909. p. 449.)
- Cole and Hadley, Ropy milk in Rhode Island. (Rhode Island Exper. Stat. Bull. 136. 1909; Ref. i. Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 29. 1911. p. 533.)
- Barthel, Tvenne fall av slemmig mjölk. (Lantbr. Akad. Handl. o. Tidskr. 1910. p. 516.)
- Golding, Ropy milk. (Journ. Board of Agric. Vol. 18. 1912. p. 991; Ref. i. Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 38. 1913. p. 93.)
- Lehmann u. Neumann, Atlas und Grundriß der Bakteriologie. München 1912.
- Macé, Traité pratique de Bactériologie. II. 1914. p. 550.

## Über die wirtswechselnden Rostpilze.

Von Prof. P. Dietel, Zwickau.

### Vorbemerkungen.

Die wirtswechselnden Rostpilze sind schon mehrmals der Gegenstand mehr oder weniger eingehender Besprechungen gewesen, so daß es der Rechtfertigung bedarf, wenn wir diesem Gegenstand abermals eine etwas umfangreichere Besprechung widmen. Zunächst ist es wünschenswert, von einem Gebiete, das an Umfang in so erheblichem Umfang stetig zunimmt, von Zeit zu Zeit wieder einmal einen Gesamtüberblick zu gewinnen. Bei der letzten und zugleich eingehendsten Bearbeitung durch H. Klebahn im Jahre 1904 (H. Klebahn, Die wirtswechselnden Rostpilze. Versuch einer Gesamtdarstellung ihrer biologischen Verhältnisse) waren, wenn wir die Spezies in dem unten angenommenen, etwas erweiterten Umfang rechnen, 137 Arten wirtswechselnder Rostpilze bekannt; jetzt (Anfang 1917) ist ihre Zahl auf 264 gestiegen, hat sich also annähernd verdoppelt. Aber wichtiger als das bloße Anwachsen der Artenzahl ist es, daß in der Kenntnis der Melampsoraceen größere Lücken inzwischen ausgefüllt worden sind. Es kann ferner nicht ausbleiben, daß die Erweiterung und Vertiefung der Einzelkenntnisse uns in die Lage versetzen und vor die Notwendigkeit stellen, die bisherigen Ansichten über die Entstehung des Wirtswechsels von einem erweiterten Standpunkte aus zu prüfen. Und man wird wohl nicht leugnen können, daß von den bisher aufgestellten Hypothesen keine als eine nach jeder Richtung hin befriedigende Lösung des Problems betrachtet werden kann. Auch die folgenden Zeilen machen diesen Anspruch nicht, und es wäre ihr Zweck schon erreicht, wenn sie dazu beitragen würden, die Lösung dem Ziele etwas näher zu bringen. Vor allem ist der Versuch gemacht worden, einige Gesichtspunkte hervorzukehren, die bisher teils unbeachtet geblieben, teils nur nebenbei erwähnt worden sind und die nach unserem Dafürhalten bisher nicht die ihnen zukommende Würdigung gefunden haben.

Es war anfangs beabsichtigt, nur die von Klebahn aufgestellte Liste zu ergänzen und bis auf die Jetztzeit fortzuführen. Aber, abgesehen davon, daß dadurch das Gesamtbild vollständig zerrissen worden wäre, würden sich bei vielen der früher erforschten Arten auch Nachträge nötig gemacht haben. Deshalb haben wir uns dafür entschieden, eine neue Liste zu geben. Als Nährpflanzen sind in dieser nur diejenigen angegeben, für welche der Zusammenhang der verschiedenen Sporengenerationen experimentell nachgewiesen ist, obwohl für viele von ihnen noch andere, oft sehr zahlreiche Wirte bekannt sind. Es ist ferner die Anordnung für die Melampsoraceen und die Pucciniaceen nicht gleichmäßig; für erstere geben die Aecidienwirte, für letztere die Teleutosporenwirte den maßgebenden Gesichtspunkt ab. Diese Verschiedenheit der Anordnung schien wünschenswert mit Rücksicht auf die plurivoren Arten. Die zahlreichen Gramineen-Puccinien sind nach den Tribus ihrer Teleutosporenwirte angeordnet. Vorangestellt wurden nur die auf Getreidegräsern lebenden Arten und die in ihren Verwandtschaftskreis gehörige *Puccinia himalensis*, weil die Nährpflanzen dieser Arten zum Teil sehr verschiedenen Tribus angehören. Die Gattungen *Pucciniastrum*, *Thekopsora* und *Calyptospora* sind in eine zusammengelegt worden. Da der Ort der Teleutosporenbildung, ob interzellulär oder intrazellulär, auf dem ihre Unterscheidung in der Hauptsache beruht, bisher als Gattungsmerkmal nicht allgemein anerkannt ist, hatte

man hoffen können, daß vielleicht die Beschaffenheit der Aecidien oder die Verschiedenheit der Aecidienwirte für eine Trennung würde herangezogen werden können. Dies ist indessen nicht der Fall.

**A. Verzeichnis der Arten.**  
**Melampsoraceae.**

	Aecidien auf	Teleutosporen auf
<b>Uredinopsis</b>		
1. — <i>Struthiopteridis</i> Störm.	<i>Abies pectinata</i>	<i>Struthiopteris germanica</i>
	— <i>balsamea</i>	
2. — <i>Osmundae</i> Magn.	— <i>balsamea</i>	<i>Osmunda Claytoniana</i>
3. — <i>Atkinsonii</i> Magn.	— <i>balsamea</i>	<i>Aspidium thelypteris</i>
4. — <i>mirabilis</i> Magn.	— <i>balsamea</i>	<i>Onoclea sensibilis</i>
<b>Hyalopsora</b>		
5. — <i>Polypodii dryopteridis</i> (Moug. et Nestl.) Magn.	— <i>balsamea</i>	<i>Phegopteris dryopteris</i>
<b>Milesina</b>		
6. — <i>Blechni</i> Syd.	— <i>pectinata</i>	<i>Blechnum spicant</i>
	— <i>cephalonica</i>	
<b>Melampsorella</b>		
7. — <i>Caryophyllacearum</i> (DC.) Schröt.	— <i>pectinata</i>	<i>Stellaria Holostea</i>
	— <i>lasiocarpa</i>	— <i>graminea</i>
		— <i>media</i>
		— <i>nemorum</i>
		— <i>uliginosa</i>
		<i>Cerastium semidecandrum</i>
		— <i>triviale</i>
		— <i>oreophilum</i>
		<i>Arenaria serpyllifolia</i>
		<i>Moehringia trinervia</i>
		<i>Symphytum officinale</i>
8. — <i>Symphyti</i> (DC.) Bub.	— <i>pectinata</i>	
<b>Pucciniastrum</b>		
9. — <i>Abieti-Chamaenerii</i> Kleb.	— <i>pectinata</i>	<i>Epilobium angustifolium</i>
	— <i>balsamea</i>	
	— <i>lasiocarpa</i>	
10. — <i>Circaeae</i> (Schum.) Speg.	— <i>pectinata</i>	<i>Circaea lutetiana</i>
11. — <i>arcticum</i> (Lagerh.) Tranzsch.	— <i>balsamea</i>	<i>Rubus Idaeus</i>
12. — <i>Goeppertianum</i> Kühn	— <i>pectinata</i>	<i>Vaccinium Vitis-Idaea</i>
	— <i>balsamea</i>	— <i>pennsylvanicum</i>
13. — <i>minimum</i> Arth.	<i>Abies balsamea</i>	<i>Rhodora canadensis</i>
	<i>Tsuga canadensis</i>	
14. — <i>Vacciniorum</i> (DC.) Lagerh.	<i>Tsuga canadensis</i>	<i>Vaccinium canadense</i>
15. — <i>areolatum</i> Otth.	<i>Picea excelsa</i>	<i>Gaylussacia resinosa</i>
	— <i>obovata</i>	<i>Prunus Padus</i>
		— <i>serotina</i>
16. — <i>sparsum</i> (Wint.) Ed. Fisch.	— <i>excelsa</i>	— <i>virginiana</i>
		<i>Arctostaphylus alpina</i>
		— <i>uva ursi</i>
<b>Melampsoridium</b>		
17. — <i>betulinum</i> (Pers.) Kleb.	<i>Larix decidua</i>	<i>Betula verrucosa</i>
		— <i>pubescens</i>
		— <i>nana</i>
<b>Melampsora</b>		
18. — <i>Abieti-Caprearum</i> Tubeuf	<i>Abies pectinata</i>	<i>Salix Caprea</i>
19. — <i>arctica</i> Rostr.	<i>Abies balsamea</i>	— <i>discolor</i>
20. — <i>albertensis</i> Arth.	<i>Pseudotsuga mucronata</i>	<i>Populus tremuloides</i>

(Fortsetzung.)

	Aecidien auf	Teleutosporen auf
<i>Melampsora</i>		
21. — <i>Medusae</i> Thüm.	<i>Tsuga canadensis</i> <i>Larix laricina</i> — <i>decidua</i>	<i>Populus tremuloides</i> — <i>grandidentata</i> — <i>deltoides</i>
22. — <i>pinitorqua</i> Rostr.	<i>Pinus silvestris</i> — <i>montana</i>	— <i>tremula</i> — <i>alba</i> — <i>tremula</i> × <i>alba</i>
23. — <i>Larici-epitea</i> Kleb. mit folgenden speziali- sierten Formen: f. sp. <i>Larici-epitea typi-</i> ca Kleb. f. sp. <i>Larici-Daphnoidis</i> Kleb. f. sp. <i>Larici-Retusae</i> E. Fisch. f. sp. <i>Larici-Nigricantis</i> O. Schneid. f. sp. <i>Larici-Purpureae</i> O. Schneid. f. sp. <i>Larici-Reticulatae</i> O. Schneid.	<i>Larix decidua</i>	<i>Salix acutifolia</i> — <i>arbuscula</i> — <i>aurita</i> — <i>Caprea</i> — <i>cinerea</i> — <i>daphnoides</i> — <i>fragilis</i> — <i>glabra</i> — <i>grandifolia</i> — <i>hastata</i> — <i>Hegetschweileri</i> — <i>herbacea</i> — <i>hippophaefolia</i> — <i>nigricans</i> — <i>purpurea</i> — <i>reticulata</i> — <i>retusa</i> — <i>serpyllifolia</i> — <i>viminialis</i> — <i>Caprea</i> — <i>aurita</i> — <i>Smithiana</i> — <i>pentandra</i> — <i>fragilis</i> — <i>fragilis</i> × <i>pentandra</i> — <i>amygdaloides</i>
24. — <i>Larici Caprearum</i> Kleb.	— <i>decidua</i> — <i>sibirica</i> — <i>occidentalis</i>	— <i>Caprea</i> — <i>aurita</i> — <i>Smithiana</i>
25. — <i>Larici-Pentandrae</i> Kleb.	— <i>decidua</i> — <i>sibirica</i>	— <i>pentandra</i> — <i>fragilis</i> — <i>fragilis</i> × <i>pentandra</i> — <i>amygdaloides</i>
26. — <i>Bigelowii</i> Thüm.	— <i>decidua</i> — <i>occidentalis</i>	
27. — <i>Larici-Tremulae</i> Kleb.	— <i>decidua</i>	<i>Populus tremula</i> — <i>alba</i> — <i>alba</i> × <i>tremula</i> — <i>nigra</i> — <i>balsamifera</i> — <i>canadensis</i>
28. — <i>Larici populina</i> Kleb.	— <i>decidua</i>	<i>Salix fragilis</i> — <i>pentandra</i> — <i>fragilis</i> × <i>pentandra</i>
29. — <i>Allii-Fragilis</i> Kleb.	<i>Allium ascalonicum</i> — <i>Cepa</i> — <i>sativum</i> — <i>Schoenoprasum</i> — <i>ursinum</i> — <i>vineale</i>	
30. — <i>Allii-Salicis albae</i> Kleb.	<i>Allium Cepa</i> — <i>Schoenoprasum</i> — <i>ursinum</i> — <i>vineale</i> — <i>ascalonicum</i> — <i>Cepa</i> — <i>sativum</i> — <i>Schoenoprasum</i> — <i>vineale</i>	<i>Salix alba</i>
31. — <i>Allii-populina</i> Kleb.		<i>Populus nigra</i> — <i>balsamifera</i> — <i>canadensis</i>
32. — <i>Galanthi-Fragilis</i> Kleb.	<i>Galanthus nivalis</i>	<i>Salix fragilis</i> — <i>pentandra</i> — <i>fragilis</i> × <i>pentandra</i>

## (Fortsetzung.)

	Aecidien auf	Teleutosporen auf
<i>Melampsora</i>		
33. — <i>repentis</i> Plowr.	<i>Oreohis maculata</i>	<i>Salix repens</i>
	— <i>latifolia</i>	— <i>aurita</i>
34. — <i>Ribesii-viminalis</i> Kleb.	<i>Ribes alpinum</i>	— <i>viminalis</i>
	— <i>Grossularia</i>	
	— <i>rubrum</i>	
35. — <i>Ribesii-epitea</i> Kleb.	— <i>alpinum</i>	— <i>aurita</i>
	— <i>Grossularia</i>	— <i>cinerea</i>
	— <i>nigrum</i>	
36. — <i>Ribesii-Purpureae</i> Kleb.	— <i>alpinum</i>	— <i>purpurea</i>
	— <i>Grossularia</i>	— <i>purpurea</i> × <i>viminalis</i>
	— <i>aureum</i>	
37. — <i>Evonymi-Incanae</i> O. Schneid.	<i>Evonymus europaea</i>	— <i>incana</i>
38. — <i>Evonymi-Caprearum</i> Kleb.	— <i>europaea</i>	— <i>aurita</i>
		— <i>Caprea</i>
		— <i>cinerea</i>
		— <i>cinerea</i> × <i>viminalis</i>
39. — <i>reticulatae</i> Blytt	<i>Saxifraga aizoides</i>	— <i>reticulata</i>
40. — <i>alpina</i> Juel	— <i>oppositifolia</i>	— <i>herbacea</i>
41. — <i>lapponum</i> Lindf.	<i>Viola epipsila</i>	— <i>lapponum</i>
42. — <i>Magnusiana</i> Wagner	<i>Chelidonium majus</i>	<i>Populus tremula</i>
	<i>Corydalis solida</i>	— <i>alba</i>
	— <i>cava</i>	— <i>alba</i> × <i>tremula</i>
43. — <i>Rostrupii</i> Wagner	<i>Mercurialis perennis</i>	— <i>tremula</i>
		— <i>alba</i>
44. — <i>pulcherrima</i> (Bubák) Maire	— <i>annua</i>	— <i>alba</i>
<i>Chrysomyxa</i>		
45. — <i>Rhododendri</i> (DC) De Bary	<i>Picea excelsa</i>	<i>Rhododendron ferrugineum</i>
46. — <i>expansa</i> Diet.	— <i>ajanensis</i>	— <i>hirsutum</i>
47. — <i>Ledi</i> (Alb. et Schw.) De Bary	— <i>excelsa</i>	— <i>brachycarpum</i>
	— <i>Mariana</i>	<i>Ledum palustre</i>
	— <i>Engelmanni</i>	— <i>groenlandicum</i>
	— <i>alba</i>	
48. — <i>ledicola</i> (Pk) Lagerh.	— <i>canadensis</i>	— <i>groenlandicum</i>
	— <i>Engelmanni</i>	
	— <i>rubra</i>	
49. — <i>Pirolae</i> (DC.) Rostr.	— <i>excelsa</i>	<i>Pirola elliptica</i>
	— <i>Mariana</i>	— <i>americana</i>
	— <i>canadensis</i>	— <i>rotundifolia</i> u. a.
50. — <i>Cassandrae</i> (Pk. et. Clint.) Tranzsch.	— <i>rubra</i>	<i>Cassandra calyculata</i>
	— <i>Mariana</i>	
<i>Coleosporium</i>		
51. — <i>Pulsatillae</i> (Str.) Lév.	<i>Pinus silvestris</i>	<i>Pulsatilla pratensis</i>
		— <i>vulgaris</i>
52. — <i>Campanulae</i> (Pers.) Lév.	— <i>silvestris</i>	<i>Campanula</i> , zahlr. Arten
	— <i>montana</i>	<i>Phyteuma</i>
		<i>Wahlenbergia</i>
		<i>Schizanthus</i>
		<i>Tropaeolum minus</i>
53. — <i>Euphrasiae</i> (Schum.) Wint.	— <i>silvestris</i>	<i>Alectorolophus minor</i>
		— <i>major</i>
		<i>Euphrasia officinalis</i>
		<i>Schizanthus Grahamei</i>

(Fortsetzung.)

	Acidien auf	Teleutosporen auf
<b>Coleosporium</b>		
54. — <i>Melampyri</i> (Rebent.) Kleb	<i>Pinus silvestris</i> — <i>montana</i>	<i>Melampyrum pratense</i>
55. — <i>Inulae</i> (Kze.) Ed. Fisch.	— <i>silvestris</i>	<i>Inula Helenium</i> — <i>salicina</i> — <i>Vaillantii</i>
56. — <i>Tussilaginis</i> (Pers.) Lev.	— <i>silvestris</i>	<i>Tussilago Farfara</i> <i>Schizanthus Grahami</i> <i>Tropaeolum minus</i> <i>Sonchus arvensis</i> — <i>asper</i> — <i>oleraceus</i>
57. — <i>Sonchi</i> (Pers.) Lév.	— <i>silvestris</i>	<i>Petasites officinalis</i>
58. — <i>Petasitidis</i> (DC.) Ed. Fisch.	— <i>silvestris</i>	
59. — <i>Senecionis</i> (Pers.) Fr. (in mehrere formae speciales zerfallend)	— <i>silvestris</i> — <i>austriaca</i>	<i>Senecio vulgaris</i> — <i>silvaticus</i> — <i>viscosus</i> — <i>vernalis</i> — <i>subalpinus</i> — <i>doronicum</i> — <i>Fuchsii</i> u. a. <i>Tropaeolum minus</i> <i>Schizanthus Grahami</i> <i>Adenostyles alpina</i> <i>Solidago</i> , zahlr. Arten
60. — <i>Cacaliae</i> (DC.) Wagner	— <i>montana</i>	
61. — <i>Solidaginis</i> (Schw.) Thüm.	— <i>rigida</i>	<i>Euthamia graminifolia</i>
62. — <i>delicatulum</i> Hedgc. et Long	— <i>rigida</i>	
63. — <i>Asterum</i> (Diet.) Syd.	— <i>densiflora</i>	<i>Aster</i> , zahlr. Arten.
64. — <i>inconspicuum</i> Hedgc. et Long	— <i>virginiana</i>	<i>Coreopsis verticillata</i>
65. — <i>Vernoniae</i> B. et C.	— <i>taeda</i> — <i>palustris</i>	<i>Vernonia fasciculata</i> — <i>crinita</i> — <i>gigantea</i>
66. — <i>ribicolum</i> (E. et E.) Arth.	— <i>edulis</i>	<i>Ribes leptanthum</i> — <i>longifolium</i>
<b>Cronartium</b>		
67. — <i>asclepiadeum</i> (Willd.) Fr.	— <i>silvestris</i>	<i>Vincetoxicum officinale</i> <i>Paeonia officinalis</i> — <i>tenuifolia</i> — <i>peregrina</i> <i>Pedicularis palustris</i> <i>Nemesia versicolor</i> <i>Verbena teucrioides</i> — <i>erinoides</i> <i>Impatiens Balsamina</i> <i>Grammatocarpus volubilis</i> <i>Tropaeolum</i> , mehrere Art. <i>Ribes</i> , zahlreiche Arten
68. — <i>ribicolum</i> Dietr.	— <i>Strobilus</i> — <i>Cembra</i> — <i>Lambertiana</i>	
69. — <i>Comandrae</i> Pk.	— <i>rigida</i> — <i>divaricata</i> — <i>arizonica</i> — <i>contorta</i> — <i>ponderosa</i>	<i>Comandra umbellata</i>
70. — <i>coleosporioides</i> (Diet. et Holw.) Arth.	<i>Pinus ponderosa</i>	<i>Castilleja miniata</i>

## (Fortsetzung.)

	Aecidien auf	Teleutosporen auf
<b>Cronartium</b>		
71. — <i>Comptoniae</i> Arth.	Pinus, zahlreiche Arten	<i>Comptonia asplenifolia</i> <i>Myrica Gale</i>
72. — <i>Quercuum</i> Miyabe	— zahlreiche Arten	<i>Quercus</i> , zahlr. Arten
<b>Ochropsora</b>		
73. — <i>Sorbi</i> (Oud.) Diet. <sup>1)</sup>	<i>Anemone nemorosa</i>	<i>Sorbus aucuparia</i>

**Pucciniaceae.**

	Teleutosporen auf	Aecidien auf
<b>Gymnosporangium</b>		
74. — <i>juniperinum</i> (L.) Fr.	<i>Juniperus communis</i> — <i>sibirica</i>	<i>Sorbus aucuparia</i> — <i>americana</i> — <i>hybrida</i> — <i>scopulina</i> — <i>torminalis</i> — <i>latifolia</i>
75. — <i>Torminali-juniperinum</i> Ed. Fisch.	— <i>communis</i> — <i>communis</i>	<i>Amelanchier vulgaris</i> <i>Sorbus Aria</i>
76. — <i>tremelloides</i> Hartig	— <i>sibirica</i>	— <i>chamaemespilus</i> — <i>hybrida</i> — <i>latifolia</i>
77. — <i>clavariaeforme</i> (Jacq.) DC.	— <i>communis</i> — <i>sibirica</i> — <i>Oxycedrus</i>	<i>Pirus Malus</i> <i>Crataegus</i> , zahlr. Arten <i>Amelanchier vulgaris</i> — <i>erecta</i> — <i>canadensis</i> — <i>intermedia</i>
78. — <i>Amelanchieris</i> Ed. Fisch.	— <i>communis</i> — <i>sibirica</i>	<i>Amelanchier ovalis</i>
79. — <i>Sabinae</i> (Dicks.) Wint.	— <i>Sabina</i>	<i>Pirus communis</i>
80. — <i>confusum</i> Plowr.	— <i>Sabina</i> — <i>virginiana</i>	<i>Crataegus Oxyacantha</i> <i>Cydonia vulgaris</i> <i>Mespilus germanica</i> <i>Sorbus torminalis</i>
81. — <i>fusisporum</i> Ed. Fisch.	— <i>Sabina</i>	<i>Cotoneaster vulgaris</i>
82. — <i>corniculans</i> Kern	— <i>virginiana</i> — <i>horizontalis</i>	<i>Amelanchier erecta</i> — <i>canadensis</i> u. a.
83. — <i>Nidus-avis</i> Thart.	— <i>virginiana</i>	— <i>vulgaris</i> — <i>erecta</i> <i>Cydonia vulgaris</i> <i>Crataegus Pringlei</i> <i>Pirus coronaria</i> — <i>Joensis</i> — <i>Malus</i>
84. — <i>globosum</i> Farl.	— <i>virginiana</i>	<i>Sorbus americana</i> <i>Crataegus Pringlei</i> — <i>coccinea</i> — <i>tomentosa</i> — <i>Douglasii</i> — <i>Oxyacantha</i> — <i>crus galli</i>
85. — <i>effusum</i> Kern	— <i>virginiana</i>	<i>Pirus coronaria</i> — <i>Malus</i> <i>Aronia arbutifolia</i>

<sup>1)</sup> Dieser Pilz ist dem bisherigen Brauche gemäß, hier noch zu den Melampsoraceen gestellt, seine Zugehörigkeit zu dieser Familie ist aber aus verschiedenen Gründen zweifelhaft

(Fortsetzung.)

	Teleutosporen auf	Aecidien auf
<b>Gymnosporangium</b>		
86. — <i>exiguum</i> Kern	<i>Juniperus virginiana</i>	<i>Crataegus Pringlei</i>
87. — <i>trachysorum</i> Kern	— <i>virginiana</i>	<i>Craetaegus coccinea</i>
		— <i>punctata</i>
		— <i>cerronis</i>
88. — <i>floriforme</i> Thaxt.	<i>Juniperus virginiana</i>	<i>Crataegus coccinea</i>
89. — <i>Juniperi virginianae</i> Schw.	— <i>virginiana</i>	<i>Pirus Malus</i>
		— <i>coronaria</i>
90. — <i>clavipes</i> C. et P.	— <i>virginiana</i>	<i>Crataegus punctata</i>
	— <i>sibirica</i>	<i>Amelanchier erecta</i>
		— <i>intermedia</i>
		<i>Crataegus tomentosa</i>
		— <i>punctata</i>
91. — <i>exterum</i> Arth. et Kern	— <i>virginiana</i>	<i>Porttheranthus stipulatus</i>
92. — <i>Nelsoni</i> Arth.	— <i>virginiana</i>	<i>Amelanchier canadensis</i>
	— <i>scopulorum</i>	— <i>erecta</i>
	— <i>utahensis</i>	— <i>vulgaris</i>
		— <i>intermedia</i>
93. — <i>juvenescens</i> Kern	— <i>virginiana</i>	<i>Sorbus americana</i>
	— <i>scopulorum</i>	<i>Amelanchier alnifolia</i>
		— <i>florida</i>
		— <i>oreophila</i>
		— <i>polycarpa</i>
		— <i>pumila</i>
94. — <i>Betheli</i> Kern	— <i>scopulorum</i>	<i>Crataegus Pringlei</i>
		— <i>cerronis</i>
		— <i>coccinea</i>
		— <i>punctata</i>
		— <i>oordata</i>
95. — <i>inconspicuum</i> Kern	— <i>utahensis</i>	<i>Sorbus americana</i>
96. <i>Kernianum</i> Bethel	— <i>utahensis</i>	<i>Amelanchier vulgaris</i>
97. — <i>speciosum</i> Pk.	— <i>utahensis</i>	— <i>erecta</i>
	— <i>monosperma</i>	<i>Amelanchier vulgaris</i>
		<i>Philadelphus coronarius</i>
		— <i>Keteleerii</i>
		<i>Fendlera rupicola</i>
		— <i>Wrightii</i>
98. — <i>Davisii</i> Kern	— <i>sibirica</i>	<i>Aronia arbutifolia</i>
		— <i>nigra</i>
		— <i>atropurpurea</i>
99. — <i>gracile</i> Pat.	— <i>Oxycedrus</i>	<i>Crataegus monogyna?</i>
	— <i>macrocarpa</i>	
100. — <i>japonicum</i> Syd.	— <i>chinensis</i>	<i>Pirus sinensis</i>
101. — <i>asiaticum</i> Miyabe	— <i>chinensis</i>	<i>Cydonia vulgaris</i>
		— <i>japonica</i>
102. — <i>Ellisii</i> (Berk.) Farl.	<i>Chamaecyparis thyoides</i>	<i>Pirus sinensis</i>
103. — <i>fraternum</i> Kern	— <i>thyoides</i>	<i>Myrica cerifera</i>
		— <i>carolinensis</i>
104. — <i>biseptatum</i> Ell.	— <i>thyoides</i>	<i>Aronia nigra</i>
		— <i>arbutifolia</i>
105. — <i>Myiabei</i> Yamada et Myiake	— <i>pisifera</i>	<i>Amelanchier canadensis</i>
106. — <i>Cunninghamianum</i> Barcl.	<i>Cupressus torulosa</i>	— <i>intermedia</i>
107. — <i>aurantiacum</i> Syd.	<i>Libocedrus decurrens</i>	<i>Sorbus Aria</i>
		— <i>alnifolia</i>
		<i>Pirus variolosa</i>
		<i>Amelanchier vulgaris</i>
		— <i>alnifolia</i>
		<i>Cydonia vulgaris</i>
		— <i>japonica</i>



(Fortsetzung.)

	Teleutosporen auf	Aecidien auf
<i>Uromyces</i>		<i>Sorbus spuria</i> <i>Crataegus</i> , mehrere Arten <i>Pirus</i> , mehrere Arten
108. — <i>Junci</i> (Desm.) Tul.	<i>Juncus obtusiflorus</i> — <i>balticus</i>	<i>Pulicaria dysenterica</i> <i>Ambrosia psilostachya</i> <i>Carduus Flodmanni</i> <i>Silphium perfoliatum</i> <i>Sium latifolium</i> — <i>cicutaeifolium</i> — <i>lancifolium</i> <i>Pastinaca sativa</i> <i>Berula angustifolia</i> <i>Oenanthe aquatica</i> — <i>crocata</i> — <i>pimpinelloides</i> <i>Daucus carota</i> <i>Cicuta maculata</i> <i>Hippuris vulgaris</i> <i>Glaux maritima</i> <i>Aster paniculatus</i> — <i>Tweedii</i> — <i>ericoides</i> <i>Solidago</i> , mehrere Arten <i>Phyteuma orbiculare</i>
109. — <i>Silphii</i> Arth.	— <i>tenuis</i>	
110. — <i>lineolatus</i> (Desm.) Schröt.	<i>Scirpus maritimus</i> — <i>fluviatilis</i> — <i>campestris</i> var. <i>paludosus</i>	
111. — <i>perigynius</i> Halst.	<i>Carex intumescens</i> — <i>tribuloides</i> — <i>deflexa</i> — <i>scoparia</i> — <i>sempervirens</i>	
112. — <i>Caricis sempervirentis</i> Ed. Fisch.		
113. — <i>Hordei</i> Tracy	<i>Hordeum pusillum</i>	<i>Nothoscoordium bivalve</i>
114. — <i>Peckianus</i> Farl.	<i>Distichlis spicata</i>	<i>Atriplex hastata</i> <i>Chenopodium album</i> <i>Salicornia europaea</i> <i>Ranunculus repens</i> — <i>bulbosus</i> — <i>aconitifolius</i> — <i>platanifolius</i> — <i>silvaticus</i> — <i>glacialis</i> — <i>alpestris</i> — <i>bulbosus</i> — <i>repens</i> <i>Ficaria verna</i>
115. — <i>Dactylidis</i> Otth.	<i>Dactylis glomerata</i>	
116. — <i>Poa</i> Rabh.	<i>Poa nemoralis</i> — <i>trivialis</i> — <i>pratensis</i> — <i>annua</i> — <i>alpina</i> — <i>pratensis</i>	<i>Ranunculus geraniifolius</i> — <i>auricomus</i> — <i>parnassifolius</i>
117. — <i>Poa alpinae</i> W. Rytz		
118. — <i>pratensis</i> Juel	<i>Trisetum distichophyllum</i>	
119. — <i>Ranunculi-Distichophylli</i> Semad.		
120. — <i>Ranunculi-Festucae</i> (Syd.) Jaap	<i>Festuca ovina</i>	— <i>illyricus</i> — <i>bulbosus</i> — <i>geraniifolius</i>
121. — <i>Phlei Michelii</i> P. Cruchet	<i>Phleum Michelii</i>	<i>Laserpitium Siler</i>
122. — <i>graminis</i> (Neesl) Diet.	<i>Melica ciliata</i>	<i>Seseli glaucum</i> <i>Plantago Rugelii</i> — <i>aristata</i> — <i>eriopoda</i> — <i>Purshii</i> — <i>Tweedii</i> — <i>virginica</i>
123. — <i>seditiosus</i> Kern	<i>Aristida oligantha</i> — <i>basiramea</i> — <i>dichotoma</i> — <i>purpurascens</i>	<i>Collomia linearis</i> <i>Polemonium reptans</i>
124. — <i>acuminatus</i> Arth.	<i>Spartina Michauxiana</i>	

(Fortsetzung.)

	Teleutosporen auf	Aecidien auf
<b>Uromyces</b>		
125. — <i>Spartinae</i> Farl.	<i>Spartina Michauxiana</i> — <i>patens</i> — <i>glabra</i> var. <i>alterniflora</i> — <i>cynosuroides</i>	<i>Steironema ciliatum</i> — <i>lanceolatum</i>
126. — <i>Andropogonis</i> -Tracy	<i>Andropogon virginicus</i>	<i>Viola cucullata</i> — <i>primulifolia</i>
127. — <i>houstoniatus</i> (Schw.) Sheldon	<i>Sisyrinchium gramineum</i>	<i>Houstonia caerulea</i>
128. — <i>Veratri</i> (DC.) Wint.	<i>Veratrum album</i>	<i>Adenostyles alpina</i> <i>Homogyne alpina</i>
129. — <i>Rumicis</i> (Schum.) Wint.	<i>Rumex obtusifolius</i> u. a.	<i>Ficaria verna</i>
130. — <i>verruculosus</i> Schröt.	<i>Silene otites</i>	<i>Euphorbia Gerardiana</i>
131. — <i>caryophyllinus</i> (Schränk) Wint.	<i>Tunica prolifera</i> <i>Saponaria ocymoides</i> <i>Dianthus arenarius</i> — <i>campestris</i> — <i>capitatus</i> — <i>caryophyllus</i> — <i>pseudarmeria</i>	— <i>Gerardiana</i>
132. — <i>cristatus</i> Schröt. et Niessl <sup>1)</sup>	<i>Viscaria viscosa</i>	— <i>Cyperissias</i>
133. — <i>Pisi</i> (Pers.) De Bary	<i>Pisum sativum</i> — <i>arvense</i> <i>Vicia Cracca</i> <i>Lathyrus pratensis</i>	— <i>Cyperissias</i> — <i>Esula</i>
134. — <i>striatus</i> Schröt.	<i>Medicago</i> , zahlr. Arten <i>Trifolium arvense</i> — <i>agrarium</i>	— <i>Cyperissias</i> — <i>virgata</i> — <i>Gerardiana</i>
135. — <i>Caraganae</i> (Thüm)	<i>Caragana frutescens</i> — <i>arborescens</i>	— <i>virgata</i> — <i>Gerardiana</i>
136. — <i>Astragali</i> (Opiz) Saoc.	<i>Astragalus</i> , zahlr. Arten	— <i>Cyperissias</i>
137. — <i>Euphorbiae-Corniculati</i> Jordi	<i>Oxytropis</i> <i>Lotus corniculatus</i>	— <i>virgata</i> — <i>Cyperissias</i>
<b>Puccinia</b>		
138. — <i>Junci</i> (Strauß) Wint.	<i>Juncus Gerardi</i> — <i>compressus</i>	<i>Sonchus paluster</i> — <i>oleraceus</i> — <i>asper</i> — <i>arvensis</i>
139. — <i>obscura</i> Schröt.	<i>Luzula campestris</i>	<i>Cichorium Jntybus</i>
140. — <i>Scirpi</i> DC.	<i>Scirpus lacustris</i>	<i>Bellis perennis</i>
141. — <i>obtecta</i> Peck	— <i>americanus</i>	<i>Limnanthemum nymphae-</i> <i>oides</i>
142. — <i>angustata</i> Peck	— <i>atrovirens</i> — <i>cyperinus</i>	<i>Bidens frondosus</i> — <i>connatus</i>
143. — <i>Eleocharidis</i> Arth.	<i>Eleocharis palustris</i>	<i>Lycopus americanus</i> — <i>communis</i>
144. — <i>Eriophori</i> Thüm.	<i>Eriophorum angustifolium</i> — <i>viridi-carinatum</i>	<i>Eupatorium perfoliatum</i> <i>Senecio paluster</i> — <i>aureus</i>
145. — <i>canaliculata</i> (Schw.) Lagerh.	<i>Cyperus esculentus</i>	<i>Ligularia sibirica</i> <i>Xanthium canadense</i>

<sup>1)</sup> Diese sehr wahrscheinliche Kombination gründet sich bisher nur auf Beobachtungen im Freien.

(Fortsetzung.)

	Telentosporen auf	Aecidien auf
<b>Puccinia</b>		
146. — <i>Centaureae-Caricis</i> Tranzsch., folgende bio- logische Arten umfas- send:		
— <i>arenariicola</i> Plowr.	<i>Carex arenaria</i>	<i>Centaurea nigra</i>
— <i>tenuistipes</i> Rostr.	— <i>muricata</i>	— <i>Jacea</i>
— <i>Jaceae-leporinae</i> Tranzsch.	— <i>leporina</i>	—
— <i>Jaceae-capillaris</i> Tranzsch.	— <i>capillaris</i>	—
— <i>Caricis montanae</i> Ed. Fisch.	— <i>montana</i>	— <i>montana</i>
147. — <i>Schroeteriana</i> Kleb.	— <i>flava</i>	— <i>Scabiosa</i>
148. — <i>silvatica</i> Schröt. (meh- rere biologische Arten umfassend)	— <i>brizoides</i>	<i>Serratula tinctoria</i>
	— <i>praecox</i>	<i>Taraxacum officinale</i>
	— <i>arenaria</i>	— <i>serotinum</i>
	— <i>pallens</i>	— <i>croceum</i>
	— <i>stenophylla</i>	<i>Lappa officinalis</i>
	— <i>silvatica</i>	<i>Crepis biennis</i>
	— <i>muricata</i>	<i>Senecio nemorensis</i>
149. — <i>Schoeleriana</i> Plowr. et Magn.	— <i>arenaria</i>	— <i>Fuchsii</i>
150. — <i>ligericae</i> Syd.	— <i>ligerica</i>	<i>Senecio Jacobaea</i>
151. — <i>dioicae</i> Magn.	— <i>dioica</i>	— <i>silvaticus</i>
	— <i>Davalliana</i>	<i>Cirsium oleraceum</i>
152. — <i>Caricis frigidae</i> Ed. Fisch.	— <i>frigida</i>	— <i>palustre</i>
153. — <i>Aecidii Leucanthemi</i> Ed. Fisch.	— <i>montana</i>	— <i>heterophyllum</i>
154. — <i>firma</i> Diet	— <i>firma</i>	— <i>spinosissimum</i>
155. — <i>rupestris</i> Juel	— <i>rupestris</i>	— <i>heterophyllum</i>
156. — <i>vaginatae</i> Juel	— <i>vaginata</i>	— <i>spinosissimum</i>
157. — <i>Linosyridi-Caricis</i> Ed. Fisch.	— <i>humilis</i>	— <i>eriphorum</i>
158. — <i>patruelis</i> Arth.	— <i>pratensis</i>	— <i>rivulare</i>
159. — <i>universalis</i> Arth.	— <i>stenophylla</i>	<i>Chrysanthemum leucan-</i>
160. — <i>Vulpinae</i> Schröt.	— <i>vulpina</i>	— <i>themum</i>
161. — <i>Opizii</i> Bubák	<i>Carex muricata</i>	<i>Bellidiastrum Michellii</i>
	— <i>siocata</i>	<i>Saussurea alpina</i>
162. — <i>Caricis-Erigerontis</i> Arth.	— <i>festucea</i>	— <i>alpina</i>
163. — <i>Caricis Solidaginis</i> Arth.	— <i>vulpinoidea</i>	<i>Linosyris vulgaris</i>
	— <i>stipata</i>	<i>Agoseris glauca</i>
	— <i>scoparia</i>	<i>Artemisia dracunculoides</i>
	— <i>sparganioides</i>	<i>Tanacetum vulgare</i>
	— <i>varia</i>	<i>Achillea Ptarmica?</i>
	— <i>Jamesii</i>	<i>Lactuca muralis</i>
	<i>Dulichium arundinaceum</i>	— <i>Scariola</i>
		— <i>sativa</i>
		— <i>canadensis</i>
		<i>Lampsana communis</i>
		<i>Erigeron annuus</i>
		— <i>canadensis</i>
		— <i>philadelphicus</i>
		<i>Solidago</i> , zahlr. Arten

(Fortsetzung.)

	Teleutosporen auf	Aecidien auf
<b>Puccinia</b>		
164. — <i>extensicola</i> Plowr.	<i>Carex extensa</i> — <i>retrorsa</i> — <i>scoparia</i> — <i>festiva</i> — <i>Goodenoughii</i> — <i>trisperma</i> — <i>rosea</i> — <i>foena</i> — <i>longirostris</i> — <i>filiformis</i> — <i>lurida</i> — <i>Frankii</i> — <i>lupulina</i> — <i>trichocarpa</i> — <i>limosa</i> — <i>limosa</i>	<i>Aster Tripolium</i> — <i>paniculatus</i> — <i>adscendens</i> — <i>acuminatus</i> — <i>cordifolius</i> <i>Euthamia graminifolia</i>
165. — <i>Phrymae</i> (Halst.) Arth.		<i>Phryma leptostachya</i>
166. — <i>minutissima</i> Arth.		<i>Nesaea verticillata</i>
167. — <i>Bolleyana</i> Sacc.		<i>Sambucus canadensis</i>
168. — <i>karelica</i> Tranzsch.		<i>Trientalis europaea</i>
169. — <i>limosae</i> Magn.		<i>Lysimachia vulgaris</i> — <i>thyrsiflora</i>
170. — <i>Peckii</i> (De Toni) Kel.- lerm.	— <i>languinosa</i> — <i>trichocarpa</i> — <i>stipata</i>	<i>Oenothera biennis</i> — <i>serrulata</i>
171. — <i>paludosa</i> Plowr.	— <i>Goodenoughii</i>	<i>Pedicularis palustris</i>
172. — <i>uliginosa</i> Juel	— <i>Goodenoughii</i>	<i>Parnassia palustris</i>
173. — <i>Ribesii-Caricis</i> Kleb., folgende biolog. Arten umfassend: — <i>Pringsheimiana</i> Kleb. — <i>Magnusii</i> Kleb. — <i>Ribesii-Pseudocy-</i> — <i>peri</i> Kleb.  — <i>Ribis nigri-Acutae</i> Kleb. — <i>Ribis nigri-Panicu-</i> — <i>latae</i> Kleb. — <i>riparia</i> Holw.	— <i>acuta</i> — <i>stricta</i> — <i>Goodenoughii</i> — <i>caespitosa</i> — <i>riparia</i> — <i>acutiformis</i> — <i>arctata</i>  — <i>pubescens</i> — <i>crinita</i> — <i>tenuis</i> — <i>pallescens</i> — <i>intumescens</i> — <i>debilis</i> — <i>squarrosa</i> — <i>tetanica</i> — <i>gracillima</i> — <i>paniculata</i> — <i>Pseudocyperus</i> — <i>acuta</i> — <i>stricta</i> — <i>hirta</i> — <i>Goodenoughii</i> — <i>riparia</i> — <i>acutiformis</i> — <i>ferruginea</i> — <i>setigera</i>	<i>Ribes</i> , zahlreiche Arten
174. — <i>Caricis</i> (Schum.) Rebert mit var. <i>himalensis</i> Barcl.	<i>Carex comosa</i> zahlr. Gramineen aus ver- schiedenen Gattungen <i>Secale cereale</i> — <i>montanum</i> zahlr. Gramineen aus ver- schiedenen Gattungen	<i>Urtica urens</i> — <i>dioica</i> — <i>gracilis</i> — <i>magellanica</i> — <i>parviflora</i>
176. — <i>macrospora</i> (Pk.) Arth.		<i>Smilax hispida</i>
175. — <i>graminis</i> Pers.		<i>Berberis</i> , zahlr. Arten.
177. — <i>dispersa</i> Erikss.		<i>Mahonia aquifolium</i>
178. — <i>coronata</i> Cda.		<i>Anchusa arvensis</i> — <i>officinalis</i> <i>Frangula Alnus</i> <i>Rhamnus alnifolia</i> — <i>caroliniana</i> — <i>lanceolata</i>

## (Fortsetzung.)

	Teleutosporen auf	Aecidien auf
<b>Puccinia</b>		
179. — <i>himalensis</i> (Barcl.) Diet.	<i>Brachypodium silvaticum</i> — <i>Festuca gigantea</i> <i>Piptatherum holoiforme</i>	— <i>dahurica</i>
180. — <i>Lolii</i> Niels.	<i>Avena sativa</i> <i>Lolium perenne</i> <i>Alopecurus pratensis</i> <i>Holcus lanatus</i> — <i>mollis</i> <i>Festuca elatior</i> <i>Arrhenatherum elatius</i> u. a. <i>Hordeum vulgare</i>	— <i>cathartica</i>  <i>Ornithogalum umbellatum</i> — <i>narbonense</i> <i>Strobilanthes Dalhousianus</i> <i>Jasminum humile</i> <i>Pentstemon hirsutus</i> — <i>alpinus</i> <i>Comandra umbellata</i>
181. — <i>simplex</i> (Körn.) Erikss.		
182. — <i>Pollinae</i> Barcl.	<i>Pollinia nuda</i>	
183. — <i>Chrysopogonis</i> Barcl.	<i>Chrysopogon gryllus</i>	
184. — <i>Andropogonis</i> Schw.	<i>Andropogon virginicus</i> — <i>scoparius</i> — <i>furoatus</i> — <i>scoparius</i> — <i>virginicus</i>	<i>Pentstemon hirsutus</i> — <i>alpinus</i> <i>Comandra umbellata</i>  <i>Viola cucullata</i> — <i>Nuttallii</i> — <i>fimbriatula</i> — <i>hirsutula</i> — <i>sagittata</i> — <i>papilionacea</i> <i>Oxalis corniculata</i>
185. — <i>pustulata</i> (Curt.) Arth.		
186. — <i>Ellisiana</i> Thüm.		
187. — <i>sp.</i> <sup>1)</sup>	— <i>furoatus</i>	
188. — <i>Ceanothi</i> (Ell. et Kell.) Arth.	— <i>Hallii</i>	<i>Ceanothus americanus</i>
189. — <i>Sorghii</i> Schw.	<i>Zea Mays</i>	<i>Oxalis cymosa</i> — <i>corniculata</i> — <i>stricta</i> <i>Euphorbia marginata</i> — <i>corollata</i> <i>Polygonatum multiflorum</i> — <i>officinale</i> — <i>verticillatum</i> <i>Convallaria majalis</i> <i>Majanthemum bifolium</i> <i>Paris quadrifolia</i>
190. — <i>Panicci</i> Diet.	<i>Panicum virgatum</i>	
191. — <i>sessilis</i> Schneid., daneben als spezialisierte Formen: f. <i>Convallariae-Digraphidis</i> Kleb. f. <i>Paridi-Digraphidis</i> Kleb.	<i>Phalaris arundinacea</i>	
192. — <i>Phalaridis</i> Plowr.	— —	<i>Arum maculatum</i> <i>Leucojum vernum</i> — <i>aestivum</i> <i>Allium ursinum</i> — <i>Schoenoprasum</i> — <i>fallax</i> — <i>Cepa</i> — <i>ascalonium</i> — <i>fistulosum</i> u. a.
193. — <i>Schmidtiana</i> Diet.	— —	<i>Oreohis maculata</i> — <i>latifolia</i> — <i>Morio</i>
194. — <i>Winteriana</i> Magn.	— —	
195. — <i>sp.</i> <sup>2)</sup>	— —	
196. — <i>Orchidearum Phalaridis</i> Kleb.	— —	

<sup>1)</sup> Diese von W. H. Long untersuchte Art hat bisher anscheinend keinen eigenen Namen erhalten.

<sup>2)</sup> Diese Art wurde von H. Klebahn untersucht; sie hat bisher keinen eigenen Namen erhalten.

(Fortsetzung.)

	Teleutosporen auf	Aecidien auf
<b>Puccinia</b>		
197. — <i>Aristidae</i> Tracy	<i>Aristida pennata</i>	<i>Platanthera bifolia</i>
198. — <i>Stipae</i> Arth.	<i>Stipa comata</i>	— <i>chlorantha</i>
	— <i>spartea</i>	<i>Listera ovata</i>
	<i>Koeleria cristata</i>	<i>Heliotropium europaeum</i>
		<i>Gutierrezia Sarothra</i>
		<i>Senecio lugens</i>
		— <i>spartioides</i>
		<i>Aster ericoides</i>
		— <i>Novae-Angliae</i>
		— <i>multiflorus</i>
		<i>Solidago canadensis</i>
199. — <i>stipina</i> Tranzsch.	<i>Stipa capillata</i>	— <i>Pitcheri</i>
		<i>Salvia</i> , zahlr. Arten
		<i>Thymus</i> , mehrere Arten
		<i>Lamium purpureum</i>
		<i>Ajuga chia</i>
		<i>Leonurus cardiaca</i>
		<i>Lallemantia iberica</i>
		<i>Origanum vulgare</i>
200. — <i>Stipae sibiricae</i> Ito	— <i>sibirica</i>	<i>Sedum Aizoon</i>
201. — <i>perplexans</i> Plowr.	<i>Alopecurus pratensis</i>	<i>Ranunculus acer</i>
	— <i>brachystachyus</i>	
202. — <i>Muhlenbergiae</i> Arth. et Holw.	<i>Muhlenbergia glomerata</i>	<i>Sphaeralcea lobata</i>
	— <i>mexicana</i>	— <i>incana</i>
	— <i>racemosa</i>	<i>Callirhoe involucrata</i>
	<i>Sporobolus asperifolius</i>	<i>Hibiscus Moscheutos</i>
		— <i>militaris</i>
203. — <i>Vilfae</i> , Arth. et Holw.	— <i>longifolius</i>	<i>Verbena urticifolia</i>
		— <i>stricta</i>
204. — <i>amphigena</i> Diet.	<i>Calamovilfa longifolia</i>	<i>Smilax hispida</i>
		— <i>herbacea</i>
205. — <i>Agrostidis</i> Plowr.	<i>Agrostitis alba</i>	<i>Aquilegia vulgaris</i>
	— <i>vulgaris</i>	— <i>alpina</i>
206. — <i>borealis</i> Juel	— <i>borealis</i>	<i>Thalictrum alpinum</i>
207. — <i>Arrhenateri</i> (Kleb.) Eriks.	<i>Arrhenaterum elatius</i>	<i>Berberis vulgaris</i>
208. — <i>Cynodontis</i> Desm.	<i>Cynodon Dactylon</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
209. — <i>Seymouriana</i> Arth.	<i>Spartina Michauxiana</i>	<i>Apocynum cannabinum</i>
	— <i>cynosuroides</i>	<i>Asclepias syriaca</i>
		<i>Cephalanthus occidentalis</i>
210. — <i>peridermiospora</i> (Ell. et Tracy) Arth.	— <i>polystachya</i>	<i>Fraxinus lanceolata</i> (viridis)
	— <i>stricta</i>	
	— <i>cynosuroides</i>	
211. — <i>Kelseyi</i> Syd.	— <i>Michauxiana</i>	<i>Steironema ciliatum</i>
212. — <i>Bartholomaei</i> Diet.	<i>Bouteloua curtipendula</i>	<i>Asclepias incarnata</i>
		— <i>syriaca</i>
213. ? — <i>Sesleriae</i> Reichardt	<i>Sesleria coerulea</i>	<i>Rhamnus saxatilis</i>
214. — <i>Phragmitis</i> (Schum.) Körn.	<i>Phragmites communis</i>	<i>Rumex obtusifolius</i>
		— <i>conglomeratus</i>
		— <i>crispus</i>
		— <i>altissimus</i>
		— <i>hybridus</i>
		— <i>Hydrolopathum</i>
		— <i>Rheum officinale</i>
215. — <i>Trailii</i> Plowr.	— —	<i>Rumex Acetosa</i>

(Fortsetzung.)

	Teleutosporen auf	Aecidien auf
<i>Puccinia</i>		
216. — <i>Isiacae</i> (Thüm.) Wint.	<i>Phragmites communis</i>	<i>Lepidium</i> , mehrere Arten <i>Thlaspi arvense</i> — <i>ceratocarpum</i> <i>Barbarea vulgaris</i> <i>Isatis tinctoria</i> <i>Erysimum cheiranthoides</i> <i>Capsella bursa pastoris</i> <i>Sisymbrium Sophia</i> <i>Biscutella</i> sp. <i>Nasturtium palustre</i> <i>Rhaphanus sativus</i> <i>Stellaria media</i> <i>Spinacia oleracea</i> <i>Anethum graveolens</i> <i>Bupleurum rotundifolium</i> <i>Valerianella olitoria</i> <i>Myosotis intermedia</i> <i>Galeopsis tetrahit</i> <i>Lamium purpureum</i> <i>Tropaeolum majus</i> <i>Cleome spinosa</i> <i>Ligustrum vulgare</i> <i>Inula grandis</i>
217. — <i>obtusata</i> Otth	— —	<i>Ranunculus repens</i> — <i>bulbosus</i>
218. — <i>Inulae-phragmiticola</i> Tranzsch.	— —	<i>Anemone canadensis</i>
219. — <i>Magnusiana</i> Körn.	— —	<i>Sedum reflexum</i> — <i>acre</i> — <i>boloniense</i>
220. — <i>simillima</i> Arth.	— —	<i>Allium</i> , zahlreiche Arten
221. — <i>australis</i> Körn.	<i>Diplachne serotina</i>	<i>Melampyrum pratense</i> <i>Brunella vulgaris</i>
222. — <i>permixta</i> Syd.	— —	<i>Mahonia aquifolium</i>
223. — <i>Moliniae</i> Tul.	<i>Molinia coerulea</i>	<i>Sedum acre</i> — <i>boloniense</i>
224. — <i>Brunellarum-Moliniae</i> Cruchet	— —	<i>Chenopodium</i> , mehr. Arten <i>Atriplex hastata</i>
225. — <i>Koeleriae</i> Arth.	<i>Koeleria cristata</i>	<i>Salsola Tragus</i>
226. — <i>longissima</i> Schröt.	— <i>gracilis</i>	<i>Sarcobatus vermiculatus</i> <i>Cleome spinosa</i>
227. — <i>subnitens</i> Diet.	<i>Distichlis spicata</i>	<i>Capsella bursa pastoris</i> <i>Lepidium apetalum</i> — <i>virginicum</i> <i>Sophia incisa</i> <i>Erysimum asperum</i> <i>Nasturtium sinuatum</i> <i>Stanleya pinnata</i> <i>Tussilago Farfara</i>
228. — <i>Poarum</i> Niels.	<i>Poa nemoralis</i> — <i>pratensis</i> — <i>trivialis</i> — <i>annua</i> — <i>fertilis</i>	<i>Lonicera Periclymenum</i> — <i>nigra</i>
229. — <i>Festuca</i> Plowr.	<i>Festuca ovina</i> — <i>duriuscula</i> — <i>rubra</i> var. <i>fallax</i>	
230. — <i>Crandallii</i> Pam. et Hume	— <i>confinis</i>	<i>Symphoricarpus racemosus</i>

31\*

## (Fortsetzung)

	Telentosporen auf	Accidien auf
<b>Puccinia</b>		
231. — <i>Petasiti-Pulchellae</i> Lüdi	<i>Festuca pulchella</i> <i>Poa alpina</i> — <i>memoralis</i>	<i>Petasites niveus</i> — <i>hybridus</i> — <i>officinalis</i>
232. — <i>alternans</i> Arth.	<i>Festuca Thurberi</i> <i>Bromus Porteri</i> — <i>tectorum</i> — <i>squarrosus</i> — <i>inermis</i>	<i>Thalictrum dioicum</i>  <i>Lithospermum arvense</i> <i>Symphytum officinale</i> <i>Pulmonaria montana</i> <i>Myosotis silvatica</i> <i>Dirca palustris</i> <i>Clematis virginiana</i>
233. — <i>bromina</i> Erikss.		
234. — <i>hydnoidea</i> (B. et C.) Arth.	— <i>ciliatus</i>	
235. — <i>tomipara</i> Trel.	— <i>purgans</i> — <i>ciliatus</i>	
236. — <i>cinerea</i> Arth.	<i>Puccinellia airoides</i>	<i>Oxygraphis Cymbalaria</i>
237. — <i>Windsoriae</i> Schw.	<i>Tricuspis seslerioides</i>	<i>Ptelea trifoliata</i>
238. — <i>Eatoniae</i> Arth.	<i>Eatonia pennsylvanica</i>	<i>Ranunculus abortivus</i>
239. — <i>Cerinthae-apropyrina</i> (Erikss.) Tranzsch.	<i>Agropyrum trichophorum</i>	<i>Cerithe minor</i>
240. — <i>Dietrichiana</i> Tranzsch.	— <i>caninum</i>	<i>Trollius europaeus</i>
241. — <i>subalpina</i> Lagerh.	— —	<i>Aconitum septentrionale</i>
242. — <i>Actaeae-Agropyri</i> Ed.	— —	<i>Actaea spicata</i>
243. — <i>obliterata</i> Arth.	— <i>biflorum</i>	<i>Aquilegia canadensis</i> <i>Thalictrum alpinum</i> <i>Thalictrum flavum</i> — <i>aquilegifolium</i> — <i>minus</i> — <i>foetidum</i>
244. — <i>persistens</i> Plowr.	— <i>repens</i> <i>Poa nemoralis</i> var. <i>firmula</i>	<i>Clematis Vitalba</i> — <i>ligusticifolia</i> — <i>Drummondii</i> — <i>pseudoflammula</i> <i>Anemone cylindrica</i>
245. — <i>Agropyri</i> E. et E.	<i>Agropyrum glaucum</i> — <i>repens</i> — <i>Smithii</i> — <i>cristatum</i> — <i>prostratum</i> <i>Elymus canadensis</i> <i>Agropyrum tenerum</i> <i>Elymus virginicus</i> — <i>arenarius</i>	<i>Hydrophyllum capitatum</i>
246. — <i>montanensis</i> Ell.		
247. — <i>Elymi</i> Westd.	<i>Agropyrum cristatum</i> <i>Elymus striatus</i> — <i>canadensis</i> — <i>virginicus</i>	<i>Thalictrum minus</i>
248. — <i>procera</i> Diet.	<i>Hemerocallis minor</i>	<i>Impatiens aurea</i>
249. — <i>Hemerocallidis</i> Thüm.		
250. — <i>Veratri</i> Duby	<i>Veratrum album</i>	<i>Patrinia rupestris</i> — <i>scabiosifolia</i> <i>Epilobium roeum</i> — <i>nervosum</i> <i>Geranium pusillum</i> — <i>columbinum</i> — <i>dissectum</i> — <i>rotundifolium</i> — <i>maculatum</i> — <i>palustre</i> — <i>pratense</i> — <i>collinum</i> — <i>divaricatum</i> — <i>columbinum</i> — <i>rotundifolium</i> — <i>pyrenaicum</i> — <i>albanum</i> — <i>dissectum</i>
251. — <i>Polygoni Alb. et Schw.</i>	<i>Polygonum Convolvulus</i> — <i>dumetorum</i>	
252. — <i>Polygoni amphibii</i> Pers.	— <i>amphibium</i> — <i>emersum</i>	



## (Fortsetzung.)

	Teleutosporen auf	Aecidien auf
<b>Puccinia</b>		<i>Geranium molle</i> — <i>pusillum</i> <i>Thalictrum alpinum</i>
253. — <i>septentrionalis</i> Juel	— <i>viviparum</i> — <i>Bistorta</i>	<i>Angelica silvestris</i> <i>Carum carvi</i> <i>Conopodium denudatum</i>
254. — <i>Cari-Bistortae</i> Kleb.	— —	<i>Pimpinella magna</i>
255. — <i>Conopodii-Bistortae</i> Kleb.	— —	<i>Angelica silvestris</i> <i>Meum Mutellina</i>
256. — <i>Pimpinellae-Bistortae</i> Semad.	— <i>viviparum</i>	<i>Angelica silvestris</i>
257. — <i>Polygoni vivipari</i> Karst.	— —	<i>Meum Mutellina</i>
258. — <i>Mei-mamillata</i> Semad.	— <i>Bistorta</i>	<i>Angelica silvestris</i>
259. — <i>Angelicae-mamillata</i> Semad.	— —	<i>Peucedanum Ostruthium</i>
260. — <i>Imperatoriae-mamillata</i> Cruchet	— —	<i>Astrantia minor</i>
261. — <i>Astrantiae-vivipari</i> Se- mad.	— <i>viviparum</i>	<i>Heracleum sibiricum</i> <i>Adoxa Moschatellina</i>
262. — <i>nitidula</i> Transsch.	— <i>alpinum</i>	<i>Anemone coronaria</i> — <i>ranunculoides</i> <i>Hepatica acutiloba</i>
263. — <i>argentata</i> (Schultz) Wint.	<i>Impatiens noli-tangere</i> — <i>aurea</i>	
264. — <i>Pruni spinosae</i> Pers.	<i>Prunus spinosa</i> — <i>domestica</i> — <i>armeniaca</i> — <i>serotina</i> — <i>pumila</i> — <i>divaricata</i> <i>Amygdalus communis</i>	

## B. Die Entstehung neuer Wirtswechselverhältnisse aus älteren.

Bei einer Durchsicht dieser Artenliste und gleichzeitiger Berücksichtigung der übrigen Melampsoraceen und Pucciniaceen fällt eine große Verschiedenheit in dem Verhalten dieser beiden großen Uredineenfamilien in die Augen. Wir sehen, daß die Aecidien von *Uredinopsis*, *Hyalopsora*, *Milesina* und *Melampsorella* ausschließlich auf *Abies*, diejenigen von *Pucciniastrum* daneben auf den nahe damit verwandten Gattungen *Tsuga* und *Picea* leben, daß ferner die Gattungen *Chrysomyxa* auf *Picea*, *Melampsoridium* auf *Larix*, *Coleosporium* und *Cronartium* auf *Pinus* mit der Entwicklung ihrer Aecidien beschränkt sind. Es ist auch nicht wahrscheinlich, daß diejenigen Arten der genannten Gattungen, deren Entwicklung noch nicht vollständig bekannt ist, ihre Aecidien auf Pflanzen aus anderen Familien entwickeln sollten. Es ist ferner zu beachten, daß alle diese genannten Pilzgattungen nur wirtswechselnde Arten enthalten außer einigen wenigen Arten, die nur Teleutosporen entwickeln, daneben aber keine andere Sporenform besitzen. Nur die Gattung *Melampsora* zeigt in diesen beiden Beziehungen größere Freiheit, sie soll daher von den folgenden Betrachtungen zunächst ausgeschlossen und dann später für sich behandelt werden.

Im Gegensatz hierzu finden wir bei den Pucciniaceen wirtswechselnde Arten nur bei *Gymnosporangium* und den beiden eng zusammen-

gehörigen Formgattungen *Uromyces* und *Puccinia*. Als Aecidienwirte von *Gymnosporangium* sind bisher Angehörige aus drei verschiedenen Pflanzenfamilien nachgewiesen worden, für *Uromyces-Puccinia* beläuft sich ihre Zahl auf nahezu vier Dutzend. Diese Aecidiennährpflanzen der Pucciniaceen verteilen sich auf die verschiedensten Ordnungen der Angiospermen, gänzlich ausgeschlossen sind dagegen die Abietineen, auf denen gerade die oben genannten Gattungen der Melampsoraceen ausschließlich ihre Aecidien entwickeln.

Ebenso nun wie die Melampsoraceen und Pucciniaceen in der Verteilung ihrer Aecidienwirte gerade das entgegengesetzte Verhalten aufweisen, läßt auch die Auswahl der Teleutosporenwirte einen großen Gegensatz erkennen. Hier haben wir eine Beschränkung der Teleutosporenwirte wirtswechselnder Arten auf eine ziemlich geringe Anzahl von Familien bei den Pucciniaceen, wohingegen die Melampsoraceen in dieser Hinsicht keinerlei Beschränkung zeigen.

Wenn wir uns von dem Zustandekommen derartiger Verteilungsverhältnisse eine Vorstellung zu bilden suchen, so müssen wir von vornherein davon absehen, daß alle diese zahlreichen Einzelfälle von Wirtswechsel selbständig und unabhängig voneinander entstanden sein könnten. Wenn wir sehen, daß es gegenwärtig unter den Melampsoraceen (außer der Gattung *Melampsora*) nur wirtswechselnde Arten gibt, so dürfen wir nicht annehmen, daß alle diese Pilze oder deren Stammeltern früher einmal ihre ganze Entwicklung auf einer Wirtspflanze durchlaufen hätten und daß nun keine einzige solche wirtstreue Art sollte erhalten geblieben sein. Auf Abietineen ist nicht eine Uredinee bekannt, die mehr als eine Sporengeneration jährlich auf einer solchen Pflanze zur Entwicklung bringt, es wäre daher eine willkürliche Annahme, wenn man für frühere Zeiten das entgegengesetzte Verhalten voraussetzen wollte. Die jetzigen Teleutosporenwirte könnte man sich aber auch nicht gut als die ursprünglichen Wirte dieser vermeintlichen wirtstreuen Arten denken, weil nicht recht ersichtlich wäre, warum von allen diesen verschiedenartigen Pflanzen aus die Aecidien ausschließlich auf Abietineen sollten übergegangen sein.

Durch diese Erwägungen kommt man daher zu der Vorstellung, daß bei den Melampsoraceen die Entwicklung der ganzen Familie bis auf die Gattung *Melampsora* ausschließlich in wirtswechselnden Arten und Gattungen vor sich gegangen ist. Der Wirtswechsel ist offenbar eine sehr alte Eigentümlichkeit dieser Pilze, seine Anfänge sind für uns zur Zeit in vollkommenes Dunkel gehüllt, denn schon die ältesten Gattungen, nämlich die auf Farnen lebenden Genera *Uredinopsis*, *Hyalopsis* und *Milesina* enthalten wirtswechselnde Arten, wenngleich sich dieselben auch ohne Aecidien durch eine überwinternde Uredoform von einem Jahr zum anderen erhalten können. Aus diesen primitiven Gattungen haben sich im Laufe der weiteren Entwicklung neue herausgebildet unter Beibehaltung der alten Aecidienwirte und unter gleichzeitiger Ergreifung neuer Teleutosporenwirte.

Über die Art und Weise, wie dies vor sich gegangen sein könnte, lassen sich zwei Möglichkeiten denken. Man könnte annehmen, daß die Teleutosporengeneration ursprünglich überhaupt nicht an bestimmte Wirte gebunden gewesen wäre, also mehr oder weniger wahllos Pflanzen aus verschiedenen Familien befallen konnte, und daß erst später eine Beschränkung der einzelnen Formen auf bestimmte Wirte eingetreten wäre. Dieser plurivore

Zustand müßte dann für die ganze Familie oder einzelne Teile derselben bis zu der Zeit bestanden haben, in welcher sich bereits die Mehrzahl der heute lebenden Phanerogamenfamilien herausgebildet hatte. — Es ist aber auch denkbar, daß im allgemeinen ursprünglich auch die Teleutosporen an bestimmte Wirte gebunden gewesen wären, daß aber in einzelnen Fällen Änderungen in dem bestehenden Wirtswechselverhältnis durch sprunghaftes Übergehen auf andere Nährpflanzen erfolgt wären. Diese letztere Annahme setzt also voraus, daß der Pilz nur vorübergehend sich in einem plurivoren Entwicklungszustand befunden hätte. Vielleicht ist es ein solcher vorübergehender Zustand, in welchem sich die plurivoren Arten von *Cronartium* und *Coleosporium* gegenwärtig befinden. Für *Cronartium asclepiadeum* sind, wie aus unserer Liste ersichtlich ist, Teleutosporenwirte aus sieben verschiedenen Familien nachgewiesen; *Coleosporium Campanulae*, *C. Tussilaginis* und *C. Senecionis* konnten von ihren gewöhnlichen Nährpflanzen auch auf *Schizanthus* und *Tropaeolum*, *Coleosporium Euphrasiae* auf die erstere dieser beiden Pflanzen übertragen werden. Es entspricht also dieses Verhalten der Vorstellung, zu welcher wir hinsichtlich der Erweiterung des Wirtsbereiches der Melampsoraceen gelangt sind.

Für die Pucciniaceen legt umgekehrt das Vorkommen der Aecidien verwandter Arten auf sehr verschiedenartigen Pflanzen die Vermutung nahe, daß hier die Änderungen bestehender Wirtswechselverhältnisse durch die Aecidiengeneration erfolgt seien. Dieser Vorstellung entspricht in der Tat das Verhalten der beiden plurivoren Arten von *Puccinia*, die gegenwärtig bekannt sind, *Puccinia subnitens* und *P. Isiacae*. Die erstere ergab eine erfolgreiche Infektion auf zahlreichen Pflanzen aus drei verschiedenen Familien, letztere sogar auf solchen aus zehn Familien. Hierbei ist auch noch zu beachten, daß von dieser plurivoren *Puccinia Isiacae* sich anscheinend mehrere Arten als wirtsbeständige bereits abgetrennt haben, deren Aecidienwirte weiteren drei Familien angehören, es sind dies *Puccinia Phragmitis* und *P. Trailii* mit Aecidien auf *Rumex*, *Puccinia obtusata* mit Aecidien auf *Ligustrum* und *Puccinia Inulae-phragmiticola* mit Aecidien auf *Inula*. Alle diese Arten haben nämlich wie *Puccinia Isiacae* weiße Aecidiosporen.

Von solchen Arten wie den eben erwähnten ist aber nur noch ein kleiner Schritt zu solchen, wie sie uns in den auf *Phalaris* lebenden Puccinien vorliegen. Hier sind die einzelnen Arten in der Aecidiumform auf den verschiedenen Nährpflanzen *Arum*, *Allium*, *Convallaria*, *Leucojum*, *Paris*, Orchideen fixiert, daneben ist aber eine Form vorhanden, die sich auf *Polygonatum*, *Convallaria*, *Majanthemum* und *Paris* zu entwickeln vermag, also innerhalb der Familie der Smilaceen eine gewisse Pleophagie besitzt. Ähnlich, aber noch weiterer Klärung bedürftig sind die Verhältnisse des *Uromyces lineolatus*, dessen Aecidienwirte 3 verschiedenen Pflanzenfamilien angehören. Es ist bisher zwar noch nicht gelungen, mit Material desselben, das von Umbelliferen-Aecidien abstammte, *Glaux maritima* zu infizieren, aber wiederholt wurden mit solchem Material auch Aecidien auf *Hippuris* erzielt, so daß diesem Pilze die Eigenschaft der Pleophagie vielleicht in stärkerem Grade zukommt, als bisher angenommen wurde. — Zu wenig erforscht für eine sichere Beurteilung sind endlich die Verhältnisse der *Puccinia*

*Seymouriana*, für welche ebenfalls Aecidienwirte aus 3 verschiedenen Familien angegeben werden. In den wenigen bisher ausgeführten Versuchen infizierte das von verschiedenen Standorten stammende Teleutosporenmaterial dieses Pilzes jeweils nur einen der angegebenen Aecidienwirte; möglicherweise hat man es also hier nicht mit einer einheitlichen Art zu tun.

Noch einen Schritt weiter als diese in ihren Sporenformen untereinander übereinstimmenden biologischen Arten und spezialisierten Formen entfernen sich von den plurivoren Arten diejenigen, welche morphologische Unterschiede aufweisen, die aber unzweifelhaft auf einen einheitlichen Ursprung zurückzuführen sind. Das beste Beispiel hierfür gibt die Gattung *Gymnosporangium* ab. Wegen ihrer engen Verwandtschaft mit den Gattungen *Hamaspora* und *Phragmidium* haben wir ihren Ursprung auf Rosaceen zu suchen, auf denen weitaus die größte Mehrzahl ihre Aecidien bildet. Für diejenigen Arten, die ihre Aecidien nicht auf Rosaceen bilden, muß also eine Verlegung der Aecidienbildung eingetreten sein, nämlich für *Gymnosporangium Ellisii* auf *Myrica*, für *G. speciosum* auf *Philadelphus* und *Fendlera*.

Nicht so unzweifelhaft sicher wie für *Gymnosporangium*, aber gleichwohl sehr wahrscheinlich ist der einheitliche Ursprung derjenigen Arten von *Puccinia*, die auf *Carex* ihre Uredo- und Teleutosporen entwickeln. Sie stellen sich dar als eine sehr gleichförmige Gruppe, die man als eine einzige zusammenhängende Reihe nächstverwandter Formen ansehen kann. Sie bilden in meist nackten Polstern auf mäßig langen Stielen ihre am Scheitel meist stark verdickten Teleutosporen. Die Unterschiede hinsichtlich der Länge und Breite der Sporen sind zwar für einzelne Arten recht erheblich, aber die extremen Formen dieser Reihe sind doch durch viele Zwischenglieder verbunden. Für einen großen Teil dieser Arten spricht sich die enge Verwandtschaft auch noch darin aus, daß sie ihre Aecidien auf Kompositen entwickeln. Daneben treten aber als Aecidienwirte auch Pflanzen aus den Gattungen *Urtica*, *Ribes*, *Parnassia*, *Trientalis*, *Lysimachia*, *Nesaea*, *Oenothera*, *Sambucus*, *Pedicularis*, *Phryma* und *Smilax* auf. Wir müssen daher auch in dieser Artengruppe eine ausgiebige Übersiedlung der Aecidiengeneration wirtswechselnder Arten auf neue Nährpflanzen annehmen, falls sich die Annahme eines einheitlichen Ursprunges derselben als richtig erweist. Hierfür läßt sich aber folgende Beobachtung anführen. An den Sporen mancher Aecidien lösen sich aus der Membran kleine rundliche Stücke derselben los und werden ausgestoßen. Die Arten, welche diese Eigentümlichkeit nicht aufweisen, sind zahlreicher als diejenigen, die sie besitzen. Zu den letzteren gehören nun, wie H. Klebahn in der Kryptogamenflora der Mark Brandenburg (Bd. Va, S. 105) hervorhebt, alle von ihm untersuchten Aecidien der *Carex*-Puccinien, von denen allerdings 2, nämlich *Puccinia Caricis* und *P. paludosa* diese Erscheinung in einer gewissen Modifikation zeigen. Ich habe daraufhin noch eine Anzahl weiterer, hauptsächlich nordamerikanischer Arten dieser Gruppe untersucht und bei ihnen auch ausnahmslos das gleiche Verhalten feststellen können. Es ist also auch von diesem Gesichtspunkt aus nichts gegen ihren einheitlichen Ursprung einzuwenden.

Durch diese Erwägungen kommen wir also zu dem Schlusse, daß von den jetzt bestehenden Wirtswechselverhältnissen ein großer Teil aus älteren solchen Verhältnissen durch eine Verlegung der einen Generation auf neue Wirte herzuleiten ist. Für die Melampsoraceen ist die umquartierte Sporen-

form die Teleutosporengeneration, für die Pucciniaceen die Aecidiengeneration. Ganz besonders möchten wir eine solche Deutung der Verhältnisse auch für die zahlreichen Gramineen-Puccinien in Anspruch nehmen. Die „Möglichkeit, spätere Änderungen in den bereits vorhandenen Heteröcieverhältnissen anzunehmen“, hat auch schon Klebahn (Wirtswechs. Rostpilze, S. 183) erwogen, ohne indessen eine endgültige Stellung dazu zu nehmen.

### C. Selbständig entstandene Wirtswechselverhältnisse.

Es wird sich nun weiter darum handeln, solche Fälle zu ermitteln, für welche eine selbständige Entstehung des Wirtswechsels wahrscheinlich ist. Es werden das solche sein, wo weder in der Aecidien- noch in der Teleutosporengeneration eine Anlehnung an andere wirtswechselnde Arten nachweisbar ist und womöglich zugleich eine Beziehung zu wirtstreuen Arten sich erkennen läßt. Es ist freilich von vornherein zu erwarten, daß das letztere nicht immer der Fall sein wird, denn wir müssen damit rechnen, daß beim Übergang zur wirtswechselnden Lebensweise die wirtstreue Art ganz in der Bildung der wirtswechselnden aufgegangen und damit selbst verschwunden sein kann.

Auch hier ist als eines der überzeugendsten Beispiele die Gattung *Gymnosporangium* zu nennen. Als einzige Pucciniaceen-Gattung, die auf Koniferen mit einer ihrer Sporenformen lebt, kann sie unmöglich von einer anderen wirtswechselnden Gattung abstammen, die etwa die Teleutosporen auf Koniferen bildete. Ebenso wenig sind aber auf Rosaceen und den wenigen anderen für die Aecidiumform ermittelten Wirtsfamilien wirtswechselnde Pilze bekannt, die als Verwandte in Frage kämen. Diese sind vielmehr, wie schon erwähnt wurde, in den Gattungen *Hamasporea* und *Phragmidium* zu suchen, die mit allen ihren Arten autöcisch auf Rosaceen leben. Aus dieser Feststellung ergibt sich aber zugleich, daß in diesem Falle der Wirtswechsel durch eine Verlegung der Teleutosporengeneration auf neue Nährpflanzen erfolgt ist. Gegen diese Auffassung kann auch nicht geltend gemacht werden, daß die Aecidiengeneration von *Gymnosporangium* so völlig anders beschaffen ist als die erste Jahresgeneration *Hamasporea* und *Phragmidium*. Es ist nämlich aus verschiedenen Gründen wahrscheinlich, daß sich die eigenartigen Aecidien von *Gymnosporangium* aus einer primären Uredo, wie sie der Gattung *Hamasporea* und einem Teil der Arten von *Phragmidium* eigen ist, ebenso durch selbständige Fortentwicklung herausgebildet haben, wie die *Caeoma*-Aecidien der höher entwickelten Phragmidien.

Als selbständig entstandene Fälle von Wirtswechsel betrachte ich ferner folgende Arten von *Uromyces* und *Puccinia*:

- a) *Uromyces houstoniatus*, Nr. 127 unserer Liste;
- b) *Urom. Veratri*, Nr. 128.
- c) *Urom. Rumicis*, Nr. 129.
- d) die auf Papilionaceen und Caryophyllaceen lebenden wirtswechselnden Arten von *Uromyces*, Nr. 130—137;
- e) *Puccinia Veratri*, Nr. 250.
- f) *P. Bistortae* und ihre Verwandten, Nr. 254—262;
- g) *P. Polygoni* und *P. Polygoni amphibii*, Nr. 21, 252;
- h) *P. septentrionalis*, Nr. 253;
- i) *P. Pruni spinosae*, Nr. 264;
- k) *P. argentata*, Nr. 263.

Für die Gruppen der *Puccinia*- und *Uromyces*-Arten auf

Glumifloren werden die Stammarten, die den Wirtswechsel selbst erworben haben, kaum zu ermitteln sein.

Als wirtstreue Parallelarten mit vollständiger, ungekürzter Entwicklung kommen in Frage:

verschiedene *Uromyces*-Arten auf *Euphorbia* für die unter d) bezeichneten Arten auf Papilionaceen und Caryophyllaceen;

*Puccinia Epilobii tetragoni* (DC.) Wint. für *Puccinia Veratri*;

*Puccinia Pimpinellae* (Str.) Mart. und *P. Heraclei* Grev. für die unter f genannten Arten auf *Polygonum*;

*Puccinia cohaesa* Long auf *Anemone* für *Puccinia argentata*.

Wenn wir also die Gattung *Gymnosporangium* mit einrechnen, so sind unter 11 Fällen 6, also reichlich die Hälfte, wo wirtstreue Arten bekannt sind, die den betreffenden wirtswechselnden unmittelbar verwandt sind. Demgegenüber muß das völlige Fehlen solcher Parallelarten für die viel zahlreicheren wirtswechselnden Melampsoraceen und die Pucciniaceen auf Glumifloren ganz besonders ins Gewicht fallen und darf gewiß als Bestätigung der oben dargelegten Vorstellung betrachtet werden, daß in diesen anderen Fällen die jetzt bestehenden Wirtswechselverhältnisse nicht durchweg selbstständig sich herausgebildet haben.

#### D. Die reduzierten Arten.

Es ist nun aber weiter zu beachten, daß in sehr vielen Fällen neben der wirtswechselnden Art auf dem Aecidienwirt oder dessen nächsten Verwandten noch eine nur Teleutosporen erzeugende Parallelart vorkommt, an deren unmittelbarer Verwandtschaft mit der wirtswechselnden nicht gezweifelt werden kann. Einige solche Arten sind auf Abietineen bekannt, besonders zahlreiche aber auf den Aecidienwirten der wirtswechselnden Arten von *Uromyces* und *Puccinia*, auch in den Fällen, wo noch eine wirtstreue Parallelart vorhanden ist.

Man hat bisher zumeist angenommen, daß diese Arten durch Reduktion, durch einen Wegfall der Aecidien und Uredosporen aus wirtstreuen Arten entstanden seien, die auf der jetzigen Nährpflanze dieser Pilze gelebt hätten. Gegen die allgemeine, auf alle Arten anwendbare Gültigkeit dieser Vorstellung läßt sich aber ein gewichtiges Bedenken erheben. Es ist nämlich nicht ersichtlich, warum diese Reduktion für die auf Glumifloren lebenden Arten so allgemein sollte eingetreten sein, während auf denselben Pflanzen, die die Aecidien dieser Pilze beherbergen, andere wirtstreue Arten noch jetzt ihre volle, ungekürzte Entwicklung zu durchlaufen vermögen. So z. B. lebt auf *Rumex* außer den Aecidien der wirtswechselnden *Puccinia Phragmitis* und *P. Trailii* und der diesen Arten in der Teleutosporenform gleichenden *Lepto-Puccinia ornata* Arth. der wirtstreue *Uromyces Acetosae* Schröt., und von dem wirtswechselnden *Uromyces Rumicis* (Schum.) Wint. werden gerade auf *Rumex* die Uredo- und Teleutosporen, erstere mit einer größeren Anzahl von Generationen sich wiederholend, gebildet. Die Unmöglichkeit, mehrere Generationen von Sporen nacheinander auszubilden, wie man es etwa für die auf Koniferen lebenden Arten annehmen könnte, kann also die Ursache für die Reduktion nicht gewesen sein. Es ist auch zu beachten

daß bei den oben zusammengestellten Arten, für welche eine wirtstreue, Parallelart bekannt ist, neben dieser noch eine solche mit gekürzter Entwicklung vorkommt, z. B. neben *Puccinia cohaesa* die Mikro-*Puccinia fusca*, neben *Puccinia albescens* die Mikro-*Puccinia Adoxae*.

Ganz besonders auffallen aber muß das Vorkommen solcher Arten auf Abietineen, weil jetzt auf diesen Pflanzen keine einzige Uredinee mehrere Sporengenerationen entwickelt und es daher bezweifelt werden muß, daß dies jemals der Fall gewesen sein sollte. Solche reduzierte Arten sind *Chrysomyxa Abietis* (Wallr.) Ung. auf *Picea excelsa*, *P. Engelmanni*, *P. purgens*; *Chrysomyxa Piceae* Barcl. auf *Picea Morinda*; *Coleosporium Pini* Gall. auf *Pinus inops* und *Necium Farlowii* Arth. auf *Tsuga canadensis*. Auch *Barclayella deformans* auf *Picea Morinda* Diet. ist hier zu nennen und ist wohl nur als eine zu *Chrysomyxa* gehörige Art anzusehen, bei der die Keimung der Sporen unter ungeeigneten Bedingungen beobachtet wurde und in abnormer Weise verlief. Für *Coleosporium Pini* ist lediglich wegen ihrer gekürzten Lebensweise eine eigene Gattung *Gallowaya* von Arthur aufgestellt worden, ebenso wie *Necium* sich von *Melampsora* in nichts unterscheidet als durch das Fehlen der anderen Sporenformen. Dies ändert aber nichts an der unmittelbaren Zusammengehörigkeit dieser Pilzformen. Da nun also diese Pilze nicht von etwaigen wirtstreuen Arten auf Abietineen herzuleiten sind und da sie selbst auch nicht als die Stammformen der wirtswechselnden Arten aufgefaßt werden können, so bleibt nur übrig, sie als durch Reduktion aus wirtswechselnden Arten entstanden anzusehen.

Eine solche Reduktion einer wirtswechselnden Art ist nun auf doppelte Weise denkbar. Entweder werden die Teleutosporen auf ihrer bisherigen Nährpflanze weiter gebildet, dann müßte dem Wegfall der Aecidien eine Veränderung der Infektionsfähigkeit der Sporidien vorangegangen sein, diese müßten die Fähigkeit erlangt haben, den bisherigen Teleutosporenwirt zu infizieren, während sie bis dahin sich nur auf einer bestimmten anderen Pflanze zu einem Mycel zu entwickeln vermochten; oder die Sporidien behalten ihre Fähigkeit, diese andere Pflanze, nämlich den bisherigen Aecidienwirt zu infizieren bei, entwickeln aber an dem dadurch gebildeten Mycel unmittelbar Teleutosporen, so daß dadurch die anderen Sporenformen ausgeschaltet werden. In diesem Falle ist also mit dem Wegfall der Aecidien für die Teleutosporen notwendigerweise ein Wechsel der Nährpflanze verbunden, die Teleutosporen der reduzierten Art müssen auf dem Aecidienwirt der nicht reduzierten zur Entwicklung kommen. Nur diese zweite Möglichkeit entspricht den Verhältnissen, die wir bei den eben genannten *Melampsoraceen* vorfinden, denn es bilden die nicht reduzierten Arten von *Chrysomyxa* die Aecidien auf *Picea*, diejenigen von *Coleosporium* auf *Pinus*, diejenigen von *Melampsora* wenigstens zum Teil auf *Tsuga*.

Die hier zunächst für die *Melampsoraceen* gewonnene Vorstellung, daß die reduzierten Arten aus den wirtswechselnden entstanden seien, kann nun in gleicher Weise auf diejenigen Arten von *Uromyces* und *Puccinia* angewendet werden, für welche wir oben zu dem Ergebnis gelangten, daß sie von anderen bereits wirtswechselnden Arten abstammen. Im folgenden

geben wir eine Liste solcher Arten und der ihnen entsprechenden Arten vom Mikro- oder Leptotypus. Aufgenommen wurden mit Ausnahme von einigen wenigen Arten, die ich nicht selbst untersuchen konnte, deren Zugehörigkeit zu der betreffenden Parallelart aber sich aus der Beschreibung unzweifelhaft ergibt, nur solche Spezies, für die die gute Übereinstimmung der Sporen auf Grund eigener Vergleichung festgestellt werden konnte. Auf Vollständigkeit macht diese Liste keinen Anspruch.

Wirtswechselnde Art	Reduzierte Art
<i>Urom. perigynius</i> . . . . .	<i>U. Komarovii</i> Bub. und <i>U. Solidaginis</i> (Sommf.) Niessl. auf <i>Solidago Virgaurea</i> u. a.
— <i>Caricis sempervirentis</i> . .	— <i>Phyteumatum</i> (DC.) Ung. auf <i>Phyteuma orbiculare</i> u. a.
— <i>Dactylidis</i> . . . . .	— <i>Fischerianus</i> Mayor auf <i>Ranunculus glacialis</i>
— <i>Veratri</i> . . . . .	— <i>Cacaliae</i> (DC.) Ung. auf <i>Adenostyles alpina</i> u. a.
— <i>Rumicis</i> . . . . .	— <i>Ficariae</i> (Schum.) Lev. auf <i>Ficaria verna</i>
— <i>verruculosus</i> } . . . . .	{ — <i>scutellatus</i> (Schränk) Lev.
— <i>caryophyllinus</i> } . . . . .	{ — <i>tinctoricola</i> P. Magn.
— <i>cristatus</i> } . . . . .	{ — <i>cristulatus</i> Tranzsch. u. a. Arten auf <i>Euphorbia Cyparissias</i> u. <i>E. Gerardiana</i>
Die <i>Uromyces</i> -Arten } . . . . .	{ — <i>scutellatus</i> (Schränk) Lev.
auf <i>Papilionaceen</i> } . . . . .	{ — <i>levis</i> Körn.
<i>Pucc. Veratri</i> . . . . .	{ — <i>striolatus</i> Tranzsch. u. a. auf <i>Euphorbia Cyparissias</i> , <i>E. virgata</i> , <i>E. Gerardiana</i> u. a.
— <i>canaliculata</i> . . . . .	<i>Pucc. Epilobii</i> DC. auf <i>Epilobium roseum</i> u. a.
— <i>Centaureae-Caricis</i> . . . .	— <i>Xanthii</i> Schw. auf <i>Xanthium canadense</i> u. a.
— <i>Schroeteriana</i> . . . . .	— <i>verruca</i> Thüm. auf <i>Centaurea Jacea</i> , <i>C. montana</i> , <i>C. Scabiosa</i> u. a.
— <i>silvatica</i> . . . . .	— <i>Serratulae</i> Thüm. auf <i>Serratula</i> sp.
— <i>dioicae</i> } . . . . .	— <i>uralensis</i> Tranzsch. auf <i>Senecio nemorensis</i>
— <i>Caricis frigidae</i> } . . . . .	{ — <i>Cnici oleracei</i> Pers. auf <i>Cirsium oleraceum</i>
— <i>Aecidii-Leucanthemi</i> . . .	{ — <i>Andersoni</i> B. et Br. auf <i>Cirsium heterophyllum</i>
— <i>universalis</i> . . . . .	— <i>Leucanthemi</i> Pass. auf <i>Chrysanthemum Leucanthemum</i>
— <i>Caricis-Erigerontis</i> . . . .	— <i>recondita</i> Diet. auf <i>Artemisia</i>
— <i>Caricis-Solidaginis</i> . . . .	— <i>confluens</i> Syd. auf <i>Erigeron</i>
	— <i>Virgaureae</i> (DC.) Lib.
	— <i>Solidaginis mollis</i> Diet.
	— <i>Solidaginis microglossae</i> Diet.
— <i>extensicola</i> . . . . .	— <i>solidaginicola</i> Diet.
— <i>limosae</i> . . . . .	— <i>Asteris</i> Duby auf <i>Aster Tripolium</i> , <i>A. paniculatus</i> , <i>A. acuminatus</i> , <i>A. cordifolius</i> u. a.
	— <i>Dayi</i> Clint. auf <i>Lysimachia</i> ( <i>Steironema</i> ) <i>ciliata</i>



(Fortsetzung.)

Wirtswechselnde Art	Reduzierte Art
Urom. Ribesii-Caricis . . . . .	— Pucc. Parkeræ D. et H. auf Ribes lacustris
	— depressa Diet. auf Ribes glandulosum
	— Ribis japonici Diet. auf R. japonicus
— Caricis . . . . .	— Urticae Barcl. auf Urtica parviflora
— dispersa . . . . .	— Arnaudi Hariot auf Lithospermum
— coronata } . . . . .	— Mesnieriana Thüm.
— himalensis } . . . . .	— Schweinfurthii (P. Henar.)
— Lolii } . . . . .	— Magn. auf Rhamnus
— Andropogonis . . . . .	— Pentastemonis Peck auf Pentastemon
— pustulata . . . . .	— Comandrae Peck auf C. umbellata
— sessilis . . . . .	— Majanthemi Diet. auf Majanthemum bifolium
— Stipae . . . . .	— Gutierreziae Ell. et Ev.
— Kelseyi . . . . .	— Solidaginis mollis Diet.
— Phragmitis . . . . .	— Dayi Clint. auf Lysimachia ciliata
— longissima . . . . .	— ornata Arth. et Holw. auf Rumex britannicus
— subnitens . . . . .	— Sedi Koern. auf Sedum
— Crandallii . . . . .	— Holboellii (Hornem.) Rostr. auf Erysimum
— Hemerocallidis . . . . .	— Symphoricarpi Harkn. auf S. racemosus
— Polygoni } . . . . .	— Patriniae P. Henn. auf Patrinia
— Polygoni amphibii } . . . . .	— Morthieri Koern. auf Geranium silvaticum
— argentata . . . . .	— Adoxae Hedw. f. auf Adoxa moschatellina
— Pruni spinosae . . . . .	— fusca (Pers.) Wint. auf Anemone
	— Karstenii Lindr. auf Angelica silvestris
Die unter Nr. 254 bis 262 aufgeführten Puccinien auf Polygonum bistorta und P. viviparum }	— Astrantiae Kalchbr. auf A. minor und major
	— microsphincta Lindr. auf C. rum
	— tumida Grev. auf Conopodium denudatum
	— corvarensis Bubák auf Pimpinella magna

Es sind schließlich noch einige Arten hinzuzufügen, die schon größere Abweichungen gegenüber den betreffenden wirtswechselnden Arten aufweisen, die aber gleichwohl nahe Verwandte der letzteren darstellen dürften. Fälle dieser Art haben wir bei *Puccinia Berberidis trifoliae* D. et H. und *Puccinia longirostris* Kom. Der erstere Pilz gleicht in hohem Grade der *Puccinia graminis*, doch sind seine Sporen

am Scheitel meist kegelförmig zugespitzt oder sogar schnabelartig verlängert, seltener abgerundet wie bei *Puccinia graminis*. Bei *Puccinia longirostris* auf *Lonicera* sind die Sporen am Scheitel in einen langen Schnabel ausgezogen, während bei der wirtswechselnden *Puccinia Festucae*, die ihre Aecidien auf *Lonicera* bildet, diese Scheitelzier, wenn wir es so nennen dürfen, aus mehreren kleineren, aber kräftigen fingerartigen Fortsätzen besteht. —

Die Übereinstimmung der in unserer vorstehenden Liste zusammengestellten Parallelarten äußert sich in mannigfachen Beziehungen, bei den meisten in der völligen Gleichheit in der Form und Größe der Sporen, Beschaffenheit der Scheitelverdickung usw. Besonders auffallend ist sie, wenn die Sporen durch irgendeine besondere Eigentümlichkeit sich auszeichnen, wie diejenigen von *Pucc. coronata* und *P. Mesnieriana* nebst Verwandten durch ihre „Krone“ oder diejenigen von *P. longissima* und *P. Sedi* durch ihre ungewöhnliche Größe oder diejenigen von *P. Prunispinosae* und *P. fusca* durch die dichtstehenden kräftigen Stachelwarzen ihrer Membran. Es kommt bei allen hinzu die völlige Übereinstimmung in der Art des Auftretens der reduzierten Arten einerseits und der ihren wirtswechselnden Parallelarten zugehörigen Aecidien andererseits, die sich mitunter selbst auf anscheinend untergeordnete Merkmale erstreckt, wie die Bevorzugung des Blattrandes der Anemonen durch *Puccinia fusca* und die Aecidien von *P. Prunispinosae* oder die lebhafteste, meist purpurrote Verfärbung der Blätter von *Geranium* an den durch *P. Morthieri* und durch die Aecidiumform von *P. Polygoni amphibia* befallenen Stellen. Besonders hervorzuheben ist, daß die Teleutosporenlager der reduzierten Arten zu kleineren oder größeren Gruppen vereinigt auftreten wie die Aecidien der ihnen entsprechenden wirtswechselnden Arten und daß sie auch die gleichen Deformationen der Nährpflanze hervorbringen wie diese.

Wir glauben also, daß für die Mehrzahl der hier aufgeführten Arten die reduzierte Form aus der wirtswechselnden genau in der gleichen Weise sich ableitet, wie dies oben für die Melampsoraceen dargelegt wurde. Nun sind aber in unserer Liste auch Arten enthalten, für welche schon oben das Vorhandensein einer entsprechenden wirtstreuen Art festgestellt wurde. In diesen Fällen ist also neben der wirtswechselnden eine wirtstreue Art mit allen drei Sporenformen und daneben eine reduzierte Art vorhanden. Diese Fälle wollen wir jetzt im einzelnen einer genaueren Betrachtung unterziehen.

*Epilobium roseum* dient als Wirt für die wirtstreue *Puccinia Epilobii tetragoni*, die Aecidien der wirtswechselnden *Puccinia Veratri* und die Mikro-*Puccinia Epilobii*. Die erstere bildet ihre Aecidien an einem Mycel, das ganze Triebe der Nährpflanze durchzieht, die Uredo- und Teleutosporen dieses Pilzes werden an Mycelien von geringer Ausdehnung gebildet. Auch die Mycelien der Aecidien von *Puccinia Veratri* treten in der gleichen Weise auf wie diejenigen der *P. Epilobii tetragoni*, dasselbe ist aber auch der Fall für die Mycelien von *P. Epilobii*, an denen nur Teleutosporen gebildet werden. Man wird also in diesem Falle die Reduktion sich nicht einfach als ein Ausfallen zweier Sporengenerationen, der Aecidien und der Uredosporen, vorzustellen haben, sondern vielmehr als eine Verlegung der Teleutosporenbildung auf das Aecidienmycel unter Ausschaltung der anderen Sporenformen.

Dieser Vorgang kann sich aber sowohl von der wirtstreuen als auch von der wirtswechselnden Art aus vollzogen haben; und wenn man auch wohl geneigt sein wird, die wirtstreue Art als den Ausgangspunkt dieser Entwicklung anzusehen, so ist doch darauf hinzuweisen, daß die Sporen der *Puccinia Epilobii* den stark eingeschnürten, warzigen, am Scheitel kaum verdickten Teleutosporen der *Puccinia Veratri* in weit höherem Maße gleichen als den schwach eingeschnürten glatten Sporen von *P. Epilobii tetragoni*, deren Membran am Scheitel deutlich verdickt ist. Es steht also nichts der Vorstellung entgegen, auch hier die reduzierte Art aus der wirtswechselnden herzuleiten.

Die gleichen Verhältnisse treffen wir bei den Pilzen auf *Pimpinella magna* an. Außer der wirtstreuen *Puccinia Pimpinellae* und den Aecidien der wirtswechselnden *P. Pimpinellae-Bistortae* Semad. beherbergt diese Pflanze noch die Mikro-*Puccinia corvarensis*. Die letzteren beiden haben glatte Sporen, diejenigen von *P. Pimpinellae* haben dagegen netzartig verdickte Membranen. Auch hier schließt sich also die reduzierte Art enger an die wirtswechselnde als an die wirtstreue an.

Ebenso wie diese Pilze auf *Pimpinella* und die *Epilobium*-Puccinien verhalten sich die *Uromyces*-Arten auf *Euphorbia*. Die wirtstreuen Arten dieser ziemlich umfangreichen Gruppe bilden die Aecidien an Mycelien, die die Triebe der Nährpflanze in ihrer ganzen Ausdehnung durchziehen und stark deformieren. Das Gleiche ist der Fall mit den Aecidien derjenigen wirtswechselnden Arten, die ihre anderen Sporenformen auf Caryophyllaceen oder Leguminosen bilden. Die *Uredo*-Teleutosporenmycelien aller dieser wirtstreuen und wirtswechselnden Arten sind von geringer Ausdehnung und bewirken keine Veränderung der Nährpflanze. Dagegen verhalten sich die Mycelien der reduzierten Arten auch hier genau wie die Aecidienmycelien der anderen Arten auf *Euphorbia*. Von diesen gleicht *Urom. cristulatus* Tranzsch. durch die Beschaffenheit seiner Sporen vollkommen dem *Urom. cristatus* Niessl, dessen Zugehörigkeit zu einem Aecidium auf *Euphorbia* freilich noch nicht experimentell geprüft, aber so gut wie sicher anzunehmen ist. Eine wirtstreue Art von gleicher Beschaffenheit der Sporen ist nicht bekannt, also haben wir auch hier eine engere Anlehnung der reduzierten Art an die wirtswechselnde.

Endlich sind in diesem Zusammenhang noch folgende zwei Fälle zu nennen: *Puccinia cohaesa* (wirtstreu), *P. Pruni spinosae* (wirtswechselnd) und *P. fusca* (reduziert) mit *Anemone* als gemeinsamer Wirtsgattung, sowie *P. albescens* (wirtstreu), *P. argentata* (wirtswechselnd), *P. Adoxae* (reduziert) mit *Adoxa moschatellina* als gemeinsamer Nährpflanze. Für die Beantwortung der Frage, ob bei ihnen die reduzierte aus der wirtstreuen oder wirtswechselnden Art hervorgegangen sei, geben diese Arten keine Anhaltspunkte.

Eine gelegentliche Verkürzung der Entwicklung durch Verlegung der Teleutosporenbildung auf das Aecidienmycel ist bei wirtstreuen Arten mehrfach beobachtet worden, z. B. bei *Puccinia retifera* Lindr. auf *Chaerophyllum bulbosum*, bei *Puccinia Senecionis* Lib. auf *Senecio Fuchsii* an den primären Aecidienmycelien, bei *Puccinia Lactucarum* Syd. auf *Lactuca quercina*. Bei *Triphragmium Ulmariae* (Schum.) Wint. ist eine Ersetzung der die Aecidien vertretenden primären *Uredo* durch Teleutosporen

keine seltene Erscheinung. Für wirtswechselnde Arten liegen entsprechende Beobachtungen, die hier von besonderem Interesse wären, nicht vor.

Die Nährpflanzen, auf denen die reduzierten Arten und die Aecidien der ihnen entsprechenden wirtswechselnden Arten auftreten, sind nicht immer die gleichen. So z. B. kommt *Puccinia fusca* bei uns nur auf *Anemone nemorosa* vor, nicht aber auch auf *Anemone ranunculoides*, während die Aecidiumform von *Puccinia Prunispinosae* sich gerade umgekehrt verhält. Solche Fälle sind wohl so zu erklären, daß der wirtswechselnde Pilz ursprünglich auf beiden Pflanzen zu leben vermochte, daß aber die Reduktion nur auf der einen Pflanze erfolgte, die andere aber nicht davon betroffen wurde. In sehr vielen Fällen ist aber, wie aus unseren Listen zu ersehen ist, die wirtswechselnde Art auf derselben Pflanze erhalten geblieben, auf der die reduzierte lebt.

Sehr bemerkenswert ist die geographische Verbreitung der einzelnen Parallelarten. In den meisten Fällen ist nämlich das Verbreitungsgebiet der reduzierten Art viel beschränkter als dasjenige des entsprechenden wirtswechselnden Pilzes. So z. B. ist *Puccinia Urticae* nur aus dem Himalaja bekannt, dagegen *P. Caricis* auf der ganzen nördlichen Erdhälfte weit verbreitet. Das gleiche ausgedehnte Verbreitungsgebiet hat *P. Phragmitis*, während die Parallelart *P. ornata* nur in Nordamerika vorkommt und auch hier wohl zu den seltenen Arten gehört. *P. silvatica* ist durch ganz Europa nach Sibirien hinein verbreitet, die Parallelart *P. uralensis* ist nur im Ural und in Ungarn gefunden worden. *P. Polygoni amphibii* ist über den größten Teil der alten und neuen Welt verbreitet, während *P. Morthieri* auf die Alpenländer, Skandinavien, Rußland und Sibirien beschränkt ist. *P. Leucanthemi* ist nur aus Norditalien bekannt, die ihr entsprechende *P. Aecidii Leucanthemi* ist nicht nur dort und in den Alpenländern, sondern auch in Ungarn, Rußland, Finnland und Mitteldeutschland nachgewiesen worden. Dafür, daß das Verbreitungsgebiet der reduzierten Art ein weiteres ist als dasjenige der wirtswechselnden Art, ist mir nur ein einziges Beispiel bekannt: *Uromyces Phyteumatum* kommt in Deutschland, Österreich-Ungarn, der Schweiz, Italien, Holland, Dänemark und Norwegen in weiter Verbreitung vor, der wirtswechselnde *U. Caricis sempervirentis* ist dagegen nur aus dem Gebiet der Alpen bekannt.

Solche Verbreitungsverhältnisse wie die eben dargelegten würden schwer verständlich sein, wenn die reduzierte und die wirtswechselnde Art aus einer gemeinsamen wirtstreuen Stammform hervorgegangen wären. Man müßte in diesem Fall eher erwarten, daß die Verbreitung der wirtswechselnden Art, weil von der geographischen Verbreitung zweier verschiedener Wirte abhängig, die größere Beschränkung aufweisen würde. Es ist im Gegenteil bemerkenswert, daß es den reduzierten Arten anscheinend nicht öfter gelungen ist, die Grenzen ihres Verbreitungsgebietes hinauszuschieben, wie es vielleicht in dem Falle des *Uromyces Phyteumatum* geschehen ist.

#### E. Die Gattung *Melampsora*.

Von unseren bisherigen Betrachtungen haben wir die Gattung *Melampsora* ausgeschlossen, weil nach unserem Dafürhalten nur an der Hand der in den vorstehenden Zeilen begründeten Vorstellungen eine richtige Beurteilung der ziemlich verworrenen Verhältnisse, die wir hier vorfinden,

möglich ist. Morphologisch entfernt sich *Melampsora* durch die Beschaffenheit ihrer *Caeoma*-Aecidien und ihrer Uredogeneration (Fehlen der Peridie, Vorhandensein massenhafter Paraphysen) von den anderen Melampsoraceen ebenso sehr, wie sie durch ihre biologischen Verhältnisse eine Sonderstellung einnimmt. Sie ist die einzige Gattung unter den Melampsoraceen, in welcher neben den wirtswechselnden Arten auch wirtstreue vorkommen und von welcher die Aecidien der ersteren nicht durchweg auf Abietineen gebildet werden.

Was zunächst die Abstammung von *Melampsora* betrifft, so haben wir den Anschluß für sie wohl bei *Melampsorium* oder *Melamporella* zu suchen, also bei Gattungen, die nur wirtswechselnde Arten enthalten. Es müssen daher auch bei *Melampsora* die wirtswechselnden Arten die älteren Glieder der Gattung sein, von ihnen aus muß sich also die Herausbildung wirtstreuer Arten vollzogen haben. Dies scheint auf eine doppelte Art geschehen zu sein, einerseits durch Verlegung der Aecidienbildung auf den Teleutosporenwirt, andererseits durch Übersiedlung der Teleutosporen auf den bisherigen Aecidienwirt. Den ersteren Fall sehen wir bei *Melampsora amygdaloidis* Kleb. auf *Salix amygdaloides* verwirklicht. Ein Analogon hierzu bildet unter den Pucciniaceen das wirtstreue *Gymnosporangium bermudianum* Earle, das Aecidien und Teleutosporen auf verschiedenen Arten von *Juniperus* bildet. Ein Beispiel für den anderen Fall — Verlegung der Teleutosporen auf den bisherigen Aecidienwirt — haben wir bei *Melampsora vernalis* Niessl auf *Saxifraga*, neben der die beiden wirtswechselnden Arten *M. alpina* und *M. reticulatae* mit Aecidien auf *Saxifraga* vorkommen. Ob auch von den anderen wirtstreuen Arten von *Melampsora* die eine oder andere aus einer wirtswechselnden Art hervorgegangen ist, läßt sich gegenwärtig nicht angeben; es ist wohl anzunehmen, daß nach dem Übergang zur wirtstreuen Entwicklungsweise von dem dadurch geschaffenen Ausgangspunkte aus eine Fortentwicklung zu neuen wirtstreuen Arten erfolgt ist.

Die wirtswechselnden Arten von *Melampsora* bilden ihre Teleutosporen sämtlich auf Pflanzen aus den Gattungen *Salix* und *Populus*. Nur ein Teil dieser Arten hat die Aecidien, wie die anderen Melampsoraceen auf Abietineen; andere, ihnen in der Uredo- und Teleutosporenform völlig gleichende, haben die Aecidienwirte aus sehr verschiedener Familien der Angiospermen, wie aus unserer Liste ersichtlich ist. Diese Divergenz der Aecidienentwicklung bei gleichzeitiger Beschränkung der Teleutosporenwirte auf eine einzige Familie kann man sich wohl nicht anders erklären als durch eine Verlegung der Aecidienentwicklung von den ursprünglichen Wirten (Abietineen) auf Pflanzen aus anderen, sehr verschiedenartigen Verwandtschaftskreisen.

Daß auch in der Gattung *Melampsora* eine reduzierte Art vorkommt, nämlich *Melampsora Farlowii* (bisher als *Necium Farlowii* Arth. bezeichnet), und daß diese nur durch Reduktion aus einer wirtswechselnden Art entstanden sein kann, wurde schon oben erwähnt. —

#### F. Die Entstehung des Wirtswechsels.

Über die Entstehung des Wirtswechsels sind bereits mehrere Hypothesen aufgestellt worden. Von der Erwägung ausgehend, daß der wirtstreue Zustand dem wirtswechselnden vorangegangen sein muß, nahm ich in teilweiser An-

lehnung an die von De Bary über *Chrysomyxa* geäußerte Vorstellung zunächst an, daß die wirtswechselnden Arten aus den wirtstreuen allgemein durch Verlegung der Teleutosporenbildung auf neue Wirte hervorgegangen seien. Später jedoch glaubte ich als die ursprünglichen Stammformen der wirtswechselnden Arten die Arten vom Mikro- und Leptotypus ansehen zu sollen und anzunehmen, daß das Hinzukommen einer Aecidiumform den unmittelbaren Anlaß gegeben habe, einen Teil der Entwicklung, nämlich die Ausbildung der Aecidien auf andere Nährpflanzen zu verlegen. Der wirtstreue Zustand würde hiernach nur als ein vorübergehendes Zwischenstadium in Frage kommen.

Ed. Fischer nimmt in Einklang mit der ersten dieser beiden Hypothesen an, daß die wirtswechselnden Arten aus den wirtstreuen herzuleiten seien. Er stellt sich diese aber als plurivor in der Weise vor, daß jede ursprünglich ihre volle Entwicklung sowohl auf dem Aecidienwirt als auch auf demjenigen der Teleutosporen zu durchlaufen vermochte. Die Entstehung des Wirtswechsels denkt er sich dann so, daß die betreffenden Arten sich in der Weise spezialisierten, daß ein Teil der Abkömmlinge eine schärfere Anpassung der Aecidien an die jetzige Aecidiennährpflanze und gleichzeitige Anpassung der Teleutosporen an die jetzige Teleutosporennährpflanze erfuhr. Indem andere Abkömmlinge einen Teil ihrer bisherigen Sporenformen eingebüßt und sich zugleich auf eine der verschiedenen bisherigen Nährpflanzen spezialisiert hätten, sollten sich daneben die reduzierten Arten herausgebildet haben.

Ein gewichtiges Bedenken gegen diese Hypothese sieht H. Klebahn in der Annahme eines autöcisch plurivoren Zustandes der Stammform, für den jede Analogie fehle. Er neigt daher auch der Ansicht zu, daß die wirtswechselnden Arten aus den wirtstreuen durch Übersiedeln der Teleutosporengeneration auf andere Nährpflanzen entstanden seien, und sieht den Anlaß zu einem solchen Verhalten in einer aus inneren Ursachen entspringenden plötzlichen Änderung der Entwicklung, wie sie H. de Vries in seiner Mutationstheorie für die höheren Pflanzen begründet hat. Klebahn weist ferner darauf hin, daß es nicht unbedingt die Teleutosporengeneration gewesen sein müsse, welche auf einen anderen Wirt überging, sondern daß in anderen Fällen auch die Aecidiengeneration die ausgewanderte gewesen sein könne, wie ich selbst schon früher dies für gewisse Fälle als wahrscheinlich betrachtet hatte. Endlich verweist er auch auf die Möglichkeit, manche Verhältnisse durch die Annahme späterer Änderungen in den bereits vorhandenen Heteröcieverhältnissen zu erklären.

In einer Besprechung der früheren Hypothesen in der Naturwissenschaftlichen Wochenschrift (Bd. 23, S. 570) teilt auch W. Krieg das von Klebahn gegen Fischers Theorie der autöcisch plurivoren Arten ausgesprochene Bedenken, glaubt aber, daß die Annahme einer gewissen, wenn auch beschränkten Plurivorität nicht zu entbehren sei. Seine eigene Ansicht über die Entstehung des Wirtswechsels erläutert er an dem Beispiel der in der Aecidienform auf *Ranunculus* lebenden *Uromyces*-Arten folgendermaßen: „Ich setze voraus, daß die Stammform der jetzt auf der Gattung *Ranunculus* ihre Aecidien entwickelnden *Uromyces* ohne Auswahl auf verschiedenen *Ranunculus*-Arten sämtliche Sporenformen, oder doch Teleuto- und Aecidiosporen gebildet hat. Der in eine Mutationsperiode fallende Übergang der Uredo-Teleutosporengeneration (eventl. nur Teleutosporenform) auf einen neuen Wirt fand auf verschiedene Gräser sowie auf be-

liebige andere der Entwicklung des Pilzes gerade günstige Pflanzen statt (z. B. auf *Rumex*), denn ich stelle mir vor, daß durch die Mutation mehrere neue Eigenschaften zum Vorschein kommen, die dem Parasiten ermöglichen, zunächst ohne Auswahl verschiedene Wirte zu befallen. Durch die Anpassung die in diesem Falle gleichbedeutend mit Selektion ist, werden alsdann nicht passende Eigenschaften zum Verschwinden gebracht. Diejenigen Eigentümlichkeiten, die dem Pilze z. B. gestatteten, gerade *Dactylis* zu befallen, wurden mit der Zeit auf dieser Nährpflanze fixiert, während andere eliminiert wurden. So bildeten sich allmählich biologisch und morphologisch differente Arten aus, morphologische Arten vor allem auf den verschiedenen Gattungen einer Familie oder noch früher auf verschiedenen Familien, weil auf *Rumex* z. B. ganz andere Merkmale fixiert wurden als auf *Poa*, während die an verschiedene *Poa*-Arten sich anpassenden Formen naturgemäß Eigenschaften befestigen mußten, die voneinander weniger abwichen. Die größte Übereinstimmung endlich mußten diejenigen Formen erlangen, die auf *Dactylis* (oder auf eine einzige *Poa*-Art) beschränkt blieben.“ —

Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß es einen Fall gibt, allerdings bisher nur einen einzigen, in welchem man eine Bestätigung von Fischers Hypothese des autöcisch plurivoren Zustandes bei den den wirtswechselnden Arten vorausgehenden Stammarten erblicken könnte. Es ist dies *Puccinia argentata* auf *Impatiens*, für welche als wirtstreue Parallelart die auf ihrem Aecidienwirt *Adoxa* lebende *Puccinia albescens* Grev. bereits oben angegeben wurde. Teleutosporenwirte von *P. argentata* sind *Impatiens Nolitangere*, *I. parviflora* und einige andere. Auf *Impatiens parviflora* und *J. amphorata* kommt aber auch eine wirtstreue Art, *Puccinia Komarovi* Tranzsch. vor, die mit jenen beiden anderen in der Beschaffenheit der Sporen sehr gut übereinstimmt und ihnen auch darin gleicht, daß das Mycel der Aecidien-generation größere Teile der Nährpflanze durchzieht. Man könnte wohl annehmen, daß hier auf den beiden Wirten der wirtswechselnden Art eine wirtstreue plurivore Art vorhanden gewesen und erhalten geblieben sei, wenn auch nicht mehr als eine einheitliche Spezies. Es steht aber auch nichts der Vorstellung im Wege, als Stammart der wirtswechselnden *P. argentata* eine univore *Puccinia* auf *Adoxa* vorauszusetzen, von der man weiter annehmen müßte, daß sie nicht nur mit ihren Uredo- und Teleutosporen, sondern daneben auch — vielleicht nur in einem beschränkten Verbreitungsgebiet oder unter ganz besonderen Verhältnissen — mit ihrer ganzen Entwicklung auf *Impatiens* übergesiedelt sei. —

Bei der Aufstellung der Hypothesen über die Entstehung des Wirtswechsels ist bisher nach unserem Dafürhalten zu wenig die Gesamtheit der Fälle und das, was sie etwa Gemeinsames bieten, ins Auge gefaßt und zu großes Gewicht auf den einzelnen Fall gelegt worden. Dadurch kommt man leicht zu Verallgemeinerungen, die nicht immer gerechtfertigt sind. Wir haben hier einmal dem anderen Standpunkt Rechnung getragen und sind dadurch zu Schlußfolgerungen gekommen, die in mehrfacher Beziehung von den bisherigen Ansichten abweichen. Dies ist besonders der Fall hinsichtlich der Beurteilung der reduzierten Arten und ferner insofern, als wir nur für einen kleinen Teil der jetzt bestehenden Wirtswechselverhältnisse eine selbständige Entstehung für wahrscheinlich halten. Was nun diese letzteren betrifft, so ist es bei den Pucciniaceen anscheinend immer die Teleutosporen-generation gewesen, die auf neue Wirte übergang. Ob dies auch bei der ersten

Herausbildung des Wirtswechsels unter den Melampsoraceen so gewesen ist, darf bezweifelt werden. Wir haben gesehen, daß die Melampsoraceen sich hinsichtlich der Ergreifung neuer Wirte bei Veränderungen der Wirtswechselverhältnisse und auch in ihren plurivoren Arten gerade umgekehrt verhalten wie die Pucciniaceen, es wäre also nicht ganz unwahrscheinlich, daß dies auch bei der Entstehung der ersten Wirtswechselverhältnisse so gewesen sei. Man müßte dann annehmen, daß die ältesten Melampsoraceen, die zur wirtswechselnden Lebensweise übergingen, ursprünglich auf Farnen gelebt hätten, wie dies mit den Gattungen *Uredinopsis*, *Hyalopsora* und *Milesina* noch jetzt der Fall ist, und daß diese dann die Abietineen als neue Wechselwirte in den Kreis ihrer Entwicklung aufgenommen hätten. Dies würde uns darauf hinweisen, die Anfänge des Wirtswechsels in jenen entlegenen Zeiten zu suchen, denen die Abietineen ihre Entstehung verdanken.

### Referate.

**Hombberger, E.,** Behandlung von Pflanzen mit Hochfrequenzströmen. (Umschau. XVIII. 1914. S. 733—735.)

Zuerst ein geschichtlicher Überblick über das Thema. Transformiert man die Hochspannung in Hochfrequenz, so erhält man Diathermieströme, mit denen man Wärme in den tieferen Schichten der tierischen Gewebe erzeugen kann. Mit einem solchen Diathermieapparate kann man über 1 Ampère starke Ströme unbeschädigt durch den menschlichen Körper senden (nur bei zu großer Steigerung tritt Verbrennung ein); mit diesem Apparat arbeitete Verf., indem er zwei Elektroden in Blumentöpfe einführte und dazwischen pflanzte. Das Versuchsobjekt waren Bohnen. Es zeigte sich: der Stengel wurde dicker, die Blätter größer; beide zeigten eine stärkere Chlorophyllbildung wie die Kontrollpflanzen. Dreimal täglich wurden die Pflanzen behandelt; wie die Temperatur 35° erreichte, wurde der Strom abgestellt. Die Wärme wurde lange Zeit von der Erde zurückgehalten. Um zu erforschen, ob die Wärme das Ausschlaggebende sei, hat Verf. die Bohnen auch mit Teslaströmen behandelt. Auch hier war — schon bei einer etwa 5 Minuten dauernden Behandlung — die Wirkung offensichtlich, also bewiesen, daß die Wachstumsförderung nur auf das oszillierende Feld und nicht auf die Wärme zurückzuführen ist. Infolge des oszillierenden elektromagnetischen Feldes treten hochmolekulare chemische Umsetzungen ein, die analog den katalytischen Wirkungen der noch schneller schwingenden Lichtoszillationen sind.

M a t o u s c h e k (Wien).

**Heinricher, E.,** Beiträge zur Biologie der Zwergmistel, *Arceuthobium Oxycedri*, besonders zur Kenntnis des anatomischen Baues und der Mechanik ihrer explosiven Beeren. (Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss. Wien. Mathem.-naturw. Kl. Abt. I. Bd. 124. 1915. 50 S. u. 4 Taf.)

Die widersprechenden Angaben über die Blütezeit des *Arceuthobium Oxycedri* (einerseits August, September, andererseits Februar bis April) erklären sich aus dem Mangel einer streng eingegengten Blütenperiode. Einzelne Blüten können zu recht wechselnder Zeit auftreten; der



Höhepunkt des Blühens fällt aber entschieden in den September und Oktober. Ein Abwurf der Sprosse nach dem Blühen und Fruchten erfolgt weder bei den männlichen noch bei den weiblichen Büschen; sicherlich ist es wenigstens keine normale Erscheinung. Die Sprosse können offenbar lange leben und zeigen ein deutliches, wenn auch langsam erfolgendes Dickenwachstum des Holzkörpers.

Es wird eine eingehende Darstellung des histologischen Aufbaues der explosiven Beeren gegeben, da die bisherigen Untersuchungen sich nur als beiläufige Darlegung der anatomischen Verhältnisse erwiesen und manche Gewebe verkannt worden sind. Von Interesse ist der Nachweis einer leichten, aber durch alle spezifischen Reaktionen bestätigten Verkorkung eines Collenchyms, dem im Mechanismus der Beere größere Bedeutung zukommt. Mehrfach ist in der Beere Vorsorge zur Wasserspeicherung getroffen. In ihrem oberen Teil verzweigen sich die beiden in dieselbe eintretenden Gefäßbündel und zeigen reichlich Speichertracheiden angelagert. Auch die Zellen des Endokarps sind im untersten Teil als Speichertracheiden ausgestaltet. In den Parenchymen der Beere scheint ein gummiartiger Stoff gelöst zu sein, der wasserhaltend wirken dürfte und das großzellige Parenchym innerhalb der Collenchymschichte ist wohl spezifisch als Wassergewebe zu betrachten, das zur Zeit der Reife das Quellwasser für die Schleimschicht abgibt.

Die Parenchymgewebe sind in der Beere, wie überhaupt, reichlich oxalsauren Kalk führend. Die schönen Krystalle gehören dem monoklinen System an, treten einzeln in kleineren Parenchymzellen, diese häufig in Gruppen auf. Jeder Krystall ist von einer aus Zellulose bestehenden Wandung taschenartig umschlossen. Das Endokarp besteht aus einer mehrschichtigen Lage von Zellen mit dickeren, zur Verschleimung neigenden Wandungen, die sich auf Druck leicht voneinander trennen, und aus der aufgelagerten eigentlichen Schleimschicht. Mechanische Schutzfunktion und Sklerotisierung der Wandung sind ersteren Zellen fälschlich zugeschrieben worden.

Die Schleimschicht wird von allen Autoren, die sich bisher mit der Anatomie der Beere befaßten, als eine besondere Zellschicht angesehen. Verf. vertritt die abweichende Ansicht, daß die Schleimfäden nur haarartige Auswüchse der untergelagerten Endokarpzellen seien. Diese Auffassung wird durch Anführung von Beobachtungen weitgehend gestützt, aber immerhin zugegeben, daß zur vollen Sicherstellung noch ein entwicklungsgeschichtlicher Nachweis wünschenswert bleibt. Es wird gezeigt, daß das Trennungsmeristem zwischen Beere und Stiel, seiner Lage nach mit einem nach außen konvex vorspringenden Ringwulst zusammenfällt. Es entspricht einer Ringschichte und reicht unter dem Collenchym bis an die Schleimschichte, erhält dann gewissermaßen eine Fortsetzung in zerknitterten Zellen, die dem Endokarp untergelagert sind. So durchzieht eine Platte wenig widerstandsfähiger Elemente den Querschnitt am Grunde der Beere. Die Spannung in der Beere wird durch das Quellen der Wandungen der Schleimfäden bewirkt; daß Turgor dabei nicht in Betracht kommt, wird dadurch bewiesen, daß auch in Alkohol aufbewahrte Beeren ihren Samen auswerfen, wenn sie, nach Anfertigung eines Querschnittes in der Höhe des Trennungsmeristems, in Wasser gelegt werden. Die Mechanik der explosiven Beeren ist folgende: Die Schleimschichte liefert die Spannung und zugleich ein geeignetes Schmiermittel, damit das Geschoß (der Same) ohne Reibungswiderstand austritt. Ein anderer wichtiger Konstruktionsteil liegt in der Dehnbarkeit und Elastizität der Wandung und ist offenbar in dem eigenartigen

Collenchym gegeben. Die beträchtliche Dehnung, die dieses in der Längs- und Querrichtung erfährt, führt zunächst zur Sprengung der Trennungsschichte, löst aber gleichzeitig den plötzlich ermöglichten Ausgleich der Spannung aus. Dieser Ausgleich stellt auch das eigentliche Treibmittel dar, das die Ausschleuderung des Samens besorgt.

Wie man sieht, klappt der gezogene Vergleich des Beerenmechanismus mit einem zur Entladung kommenden Geschütz oder einer Patrone nicht. In diesen Fällen erzeugt der Explosivstoff durch die Vergasung sowohl die nötige Spannung, als auch den Trieb für das Geschoß; in der *Arceuthobium*-Beere sind Spannung und Triebkraft verschiedenen Elementen zugewiesen. Die Rolle des Collenchyms kann mit der der elastischen Zugbänder einer Schleuder verglichen werden und der ganze Mechanismus ist als eine eigenartig konstruierte Schleuder zu bezeichnen. — Zur Beobachtung gelangte auch eine samenlose, parthenokarpe Beere von *Arceuthobium*.

Die 4 Tafeln enthalten außer mikrophotographischen Aufnahmen zur Histologie, auf einer auch Habitusbilder fruchtender Büsche und einer durch den Parasiten verursachten hexenbesenartigen Deformation des *Juniperus*.

Heinricher (Innsbruck).

**Heinricher, E., Die Keimung und Entwicklungsgeschichte der Wachholdermistel, *Arceuthobium Oxycedri*, auf Grund durchgeführter Kulturen geschildert. (Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss. Wien. Mathem.-naturw. Kl. Abt. I. Bd. 124. 1915. 34 S. 3 kol. Taf.)**

Die Keimung der *Arceuthobium*-Samen tritt zu verschiedener Zeit ein, was zum Teil mit der ungleichzeitigen Reifung der Beeren zusammenhängen wird. Die im Laufe des Dezember vorgenommenen Aussaaten ergaben Keimlinge zwischen dem 20. Januar bis in den Mai. Am natürlichen Standorte dürfte die Keimung hauptsächlich im März erfolgen. Die künstliche Aufzucht von Pflanzen gelang sowohl auf gewöhnlichem *Juniperus communis*, als auf der diesem zugehörigen Form *intermedia*, Abart *compressa*. Wie alle Loranthaceen, hat auch *Arceuthobium* einen wurzellosen Embryo, dessen Hypokotyl stark entwickelt ist, während Plumula und Kotyledonen sehr rückgebildet sind. Der Embryo dient nur der Infektion des Wirtes, die vom Hypokotyl aus erfolgt. Die ganze primäre Achse des Keimlings erfährt niemals eine Weiterentwicklung zur Pflanze, alle Sprosse des Parasiten werden intramatrikal, als adventive Bildungen am Thallus des Parasiten, angelegt. Das Hypokotyl ist ausgesprochen negativ phototropisch. In seltenen Fällen sind im Samen zwei entwicklungsfähige und zur Keimung gelangende Embryonen vorhanden. Das Aussehen der Keimlinge wechselt, je nachdem ob die Infektion des Wirtes früh oder spät gelingt. Im ersteren Falle bleibt das Hypokotyl kurz und sieht gedrungen aus, im letzteren erfährt es eine beträchtliche Verlängerung. Manche Keimlinge erschöpfen ihre Kraft in diesem Längenwachstum und gelangen überhaupt nicht zum Einbruch in den Wirt. Das Hypokotyl kann mit seiner Spitze, wie bei der Mistel, aber auch an der dem Substrat zugekehrten Flanke zum Einbruch in den Wirt schreiten. Letzterer Vorgang, der am Mistelhypokotyl nie beobachtet wurde, scheint der häufigere zu sein. In beiden Fällen kann es zu einer haftscheibenartigen Verbreiterung kommen. Der Keimling, der im Samen außer einer Epidermis keine Gewebedifferenzierung aufweist, bildet gleich nach Keimbeginn ein axiles Prokambiumbündel aus, das von unterhalb der Plumula bis gegen das Hypokotylende reicht

und zu einem Tracheidenstrang wird. Der erste Sproß, der seitens eines Keimlings nach stattgefundener Infektion aus dem Nähraste hervorgeschoben wurde, gelangte sieben Monate nach der Keimung zur Beobachtung. Das ist eine Entwicklungsschnelligkeit, die jene der Mistel weit übertrifft. Allerdings kann die Entwicklung aber auch viel langsamer vor sich gehen und können 18 Monate, ja auch  $2\frac{3}{4}$  Jahre und vielleicht mehr verlaufen, bis der erste Sproß nach außen vorbricht. Darauf haben sehr verschiedene Umstände Einfluß. Früheres oder späteres Gelingen des Einbruches in den Wirt, äußere Verhältnisse, lokale im Wirt (Nährstoffreichtum oder -mangel, Alter des Zweiges), individuelle Verschiedenheiten der Nährpflanzen (größere oder geringere Wüchsigkeit usw.). Von den gleichen Umständen ist auch die Anzahl der Sprosse in hohem Maße abhängig, die an Pflanzen gleichen Alters vorhanden sind.

Der extramatrikal an der Nährpflanze befindliche Keimling kann relativ früh absterben, er kann samt den Resten des Samens, dem er entstammt, abfallen oder abgeschwemmt werden, es entsteht, wenn eine intramatrikale Infektion erfolgt war, doch eine *Arceuthobium*-Pflanze. Der Keimling kann aber auch lange lebend bleiben; an zweijährigen Pflanzen mit zahlreichen Sprossen, deren stärkste 2 cm hoch sind, ist er noch lebend und gut erhalten nachzuweisen. Auch befreit er hier und da die Plumula aus dem Samenrest, so daß die Keimblätter sichtbar werden. Solche Langlebigkeit des Embryo scheint dann vorzukommen, wenn rasch eine kräftige Ernährung seitens des Wirtes erzielt wurde. Schon makroskopisch ist feststellbar, daß der Parasit nach dem Eindringen zunächst an der Ausgestaltung und Ausbreitung seines intramatrikalen Teiles, seines Absorptionssystems, tätig ist. Er zeigt in hohem Maße das Vermögen, sich den Verhältnissen der Nährpflanze anzupassen. An nicht wüchsigen Pflanzen breitet er sich vorwiegend intramatrikal aus, was aus der Hypertrophie der Zweige erkennbar wird, zögert aber, seine Sprosse auszusenden, deren Transpiration ihm und dem Wirt gefährlich werden könnte. An jungen Knospen des *Juniperus*, neben denen ein *Arceuthobium*-keim eingedrungen ist, äußert sich seine Wirkung in auffallender Chlorose. Späterhin erfolgt aber ein Rückgang der Erscheinung und werden die Triebe wieder normal grün.

Schon die jugendlichen, etwa  $1\frac{1}{2}$ -jährigen Pflanzen vermögen, wenn ihre Zahl groß ist, das Absterben der Sprosse des *Juniperus* zu bewirken. Die Blühreife kann schon im dritten Jahre nach der Keimung eintreten.

Heinrich (Innsbruck).

**York, H. H.**, The origin and development of the embryo sac and embryo of *Dendrophthora opuntioides* and *D. gracile*. (Botan. Gazette. Vol. LVI. I: 22 pp. 2 Taf.; II: 14 pp. 1 Taf.)

Verf. hat sich die Aufgabe gestellt, vergleichende Studien zur Morphologie und Physiologie der nordamerikanischen Lorantheen durchzuführen, hat auf Jamaica Beobachtungen und Aufsammlung von Material, das 18, zu 8 Gattungen gehörige, Arten umfaßt, durchgeführt. Seine an *Dendrophthora* durchgeführten Untersuchungen, untermengt mit kurzen Bemerkungen über andere Genera, legt er in diesen zwei Abhandlungen vor.

Nach einer historischen Einleitung, die besonders die verschiedenen Deutungen über den Bau der weiblichen Blüte von *Loranthus* und *Viscum* in Erinnerung bringt, wird zunächst eine kurze Charakteristik

der beiden *Dendrophthora*-Arten gegeben, ihre Standorte und Wirtspflanzen erwähnt.

Von *D. opuntioides* wird, allerdings an anderer Stelle, berichtet, daß keine männliche Pflanze gefunden werden konnte. *D. gracile* sei ausgesprochen diöcisch. Mit Rücksicht auf die Befunde und Ergebnisse befremdet, daß über die männlichen Blüten so wenig mitgeteilt wird. Wir erfahren nur, daß die Antheren unilocular sind und auf den Segmenten des Perianths sitzen. Eingehend wird der Aufbau der weiblichen Blütenähren und Blüten besprochen, das Hauptaugenmerk aber auf den Entwicklungsgang des „Megasporangiums (nucellus?)“, des Embryosackes und Embryos gelegt.

Die Untersuchung ist gewiß dankenswert, die Befunde interessant und ganz abweichende Verhältnisse vom normalen Geschehen aufdeckend. Eben deshalb wird aber eine Nachuntersuchung von anderer Seite doch sehr wünschenswert erscheinen. Der Verf. selbst gibt folgende Zusammenfassung der Ergebnisse:

„Die Blüte entsteht kurz oberhalb des Deckblattes.

Die Blütenachse verlängert sich, füllt die Höhlung des Ovariums, ohne sich aber mit den Karpellen zu vereinigen.

Die Eichen sind sehr reduziert, gewissermaßen nackte, an der Zentralplazenta erwachsene „Nucelli“. Zwei solche stehen einander auf der abgeplatteten Plazenta gegenüber. In einigen Fällen wurden Spuren eines Integuments beobachtet.

In jedem Nucellus wird nur eine hypodermale Archosporozelle angelegt, die zur Mutterzelle der Makrosporen wird, und zwei solche liefert. Nur die gegen die Spitze des Plazentarhöckers „mamelon“ gerichtete bildet sich zu einem Embryosack aus.

Ist in diesem das 4kernige Stadium erreicht, so wächst der Embryosack abwärts bis zum Erreichen der Insertionsebene der Plazenta, krümmt sich dann auswärts und wächst im Gewebe des Karpells, unterhalb der Zelllage, welche die Höhlung des Ovariums begrenzt, aufwärts, bis zur Höhe, in der die Spitze der Plazenta sich befindet. So hat der Embryosack eine Hakenform erlangt; sein kurzer Arm liegt in der Plazenta, der lange im Karpell. Die kurzen Arme beider in der Plazenta gebildeten Embryosäcke vereinigen sich, eine einheitliche Röhre (tube) bildend.

In jedem Embryosack finden sich schließlich 7—8 Kerne, 2, Antipoden im Chalaza-End entsprechend, 3—4, dem Eiapparat, 2, Polkernen.

Die beiden Antipodenkerne sind Schwesterkerne und entsprechen jenen, die im 4kernigen Stadium im Chalaza-End vorhanden waren. Aus den beiden gleichzeitig im Mikropylen-Ende vorhandenen Schwesterkernen gehen aus einem der Eiapparat, aus dem andern die beiden Polkerne hervor.

Die Kerne des 2-, 4-, 7- oder 8kernigen Stadiums werden amitotisch gebildet.

Pollenübertragung kommt nicht vor.

Nur einer der beiden Embryosäcke jeder Blüte entwickelt einen Embryo.

Bei *D. opuntioides* führt der Eikern zur Entstehung einer Gewebemasse, die als Proembryo bezeichnet wird. Eine zentrale Zelle dieses wird zum Embryo, aus den übrigen geht das Endosperm hervor.

Der Embryo wird als pseudoapogam entstanden gedeutet.

Bei *D. gracile* geht der Proembryo aus der Verschmelzung der beiden Polkerne hervor. Embryo und Endosperm nehmen von diesem in gleicher Weise ihren Ausgang wie bei *D. opuntoides*.

Der Embryo ist deutlich zweikeimblättrig und meist ganz im Endosperm eingebettet.

Allem Anscheine nach findet vor der Bildung der Makrospore bei *D. opuntoides* keine Chromosomen-Reduktion statt, wohl aber bei *D. gracile*. Bei letzterer wird die diploide Chromosomenzahl durch die Fusion der beiden Polkerne wieder erreicht.“

Außerdem wäre noch auf Folgendes hinzuweisen: Auch für das diöcische *Phoradendron flavescens* wird aus Beobachtungen und einem durchgeführten Versuch geschlossen, daß die Frucht- und Embryobildung keiner Pollination bedarf.

Einige Angaben beziehen sich auf Keimungsversuche. Die „Samen“ von *Dendrophthora opuntoides* vermögen im Dunkeln nicht zu keimen, hingegen vermochten dies die einer anderen Loranthacee: *Dendropemon parvifolius*, zu tun, und zwar nicht weniger prompt als am Lichte. Für *Phoradendron flavescens* wird angegeben, daß die Samen, der Viscinhülle beraubt, in trockenem Zimmerraum nach wenigen Wochen das Keimvermögen einbüßen, während sie, geschützt durch die Pulpa, noch nach etwa 5 Monaten in feuchtem Raume zur Keimung gebracht werden konnten. Die Herkunft und Entwicklungsgeschichte der Viscinschicht, eine sehr schwierige Frage, wird wohl unzulänglich behandelt.

Heinricher (Innsbruck).

Van der Goot, P., Beiträge zur Kenntnis der Holländischen Blattläuse. Eine morphologisch-systematische Studie. Lex. 8°, IX, 600 S. und 8 Tfln., Haarlem-Berlin 1915. 25 M.

Obwohl die Literatur über Blattläuse allmählich recht angewachsen ist, fehlte bisher ein Bestimmungswerk für die mitteleuropäischen Formen. Das beste war immer noch Kaltenbachs Monographie, die aber bereits 1843 erschienen ist. Kochs (1857) und Bucktons (1876—1883) Werke erreichten jene nicht, sind natürlich außerdem auch veraltet. Passerini, Lichtenstein, Schouteden, Henrich beschränkten sich im Wesentlichen auf faunistische Verzeichnisse.

So füllt denn vorliegendes Werk eine sehr fühlbare Lücke aus, die besonders der Phytopathologe immer sehr schmerzlich empfand. Abgesehen davon, daß es ihm selbst meist recht erschwert, oft sogar unmöglich war, von ihm beobachtete schädliche Blattläuse sicher zu bestimmen, war die vorhandene phytopathologische Literatur, eben der ungenügenden, in den meisten Fällen sogar sicher falschen Bestimmungen wegen, wissenschaftlich unbrauchbar.

Der erste, allgemeine Teil des van der Goot'schen Buches enthält die allgemeine Systematik, Morphologie, Biologie, Bekämpfung und Präparation der Blattläuse; für letztere wird Chloralphenol sehr empfohlen. Den Hauptteil bildet natürlich die besondere Systematik, in der 2 Unterfamilien, 13 Tribus, 59 Gattungen und 153 Arten beschrieben werden. Von jeder Art werden die morphologischen Merkmale der verschiedenen Formen und das biologische Verhalten angegeben; bei jeder größeren Gruppe führt eine Bestimmungstabelle zu ihren Bestandteilen. Im Schlußteile bringt Verf. außer einer umfangreichen Literatur-Zusammenstellung (144 Nummern)

und Anderem noch ein Verzeichnis der Nährpflanzen mit den auf ihnen vorkommenden Arten.

Die ganze Behandlung ist sehr ausführlich und genau. Zwar ist die Literatur nicht in dem Umfange benützt, wie wünschenswert wäre, weil Verf. schon seit längerer Zeit auf Java weilt. Immerhin aber sind alle Angaben von durchaus genügender Vollkommenheit, so daß in diesem Werke nicht nur ein ausgezeichnetes Bestimmungsbuch, sondern auch ein vorzügliches, ausführliches Nachschlagewerk vorliegt. Die vom Verf. gegebene Bezeichnung „Studie“ verdient es nur insofern, als es natürlich unsere Kenntnis der Blattläuse nicht erschöpft und, vor allen Dingen, noch nicht endgültig festlegt. Wie in seinen früheren Blattlausarbeiten, geht Verf. seine eigenen Wege in Namengebung, systematischer Anordnung, Begrenzung der verschiedenen systematischen Kategorien usw. Hier dürften weitere Arbeiten des Verf.s und Anderer noch manches ändern. Das ist aber schließlich das Schicksal aller Monographien.

Im ganzen verdient das Werk wärmste Empfehlung und Verf. den Dank aller sich mit Blattläusen Beschäftigender, besonders aller Pflanzenschutz-Entomologen. Sein hoher Preis dürfte eine allgemeine Verbreitung wohl etwas erschweren; aber sein Wert wird seine Anschaffung doch mindestens jeder entsprechenden Anstalt zur unumgänglichen Forderung machen. Besonders erfreulich wäre, wenn durch das v a n d e r G o o t s c h e Buch andere, namentlich jüngere Forscher, angeregt würden, sich mit dieser ebenso interessanten wie praktisch wichtigen Tiergruppe eingehender zu beschäftigen, zumal bei ihr noch ganz außerordentlich vieles zu finden und aufzuklären ist.

Reh (Hamburg).

**Uffeln, K., Die Großschmetterlinge Westfalens. Nachträge und Berichtigungen.** (42. Jahresber. d. westf. Provinzialver. f. Wissensch. u. Kunst, Münster. 1914. S. 41—95.)

Uns interessiert nur folgende Notiz: Verf. beobachtete oft die Eiablage des Frostspanners *Cheimatobia brumata* L. Das ♀ kriecht vom Boden her, in dessen Nähe sich die Copula abspielt, langsam die Stämme aufwärts und gibt dabei die Eier nach und nach von sich, von je 5 mm zu 5 mm. Man muß daher die Leimringe zum Fangen der ♀ recht tief um die Baumstämme legen. Es ist ein Irrtum, zu glauben, daß die ♀ ihre Eier weiter oben am Stamme oder nur an den Blatt- und Blütenknospen der Bäume absetzen. Die unterhalb der Klebringe abgesetzten Eier kommen zur Entwicklung, die Räumchen kriechen im Frühjahr nach oben und setzen über die über den Winter die Klebkraft verlierenden Ringe.

Matouschek (Wien).

**Appl, Joh., Über die im Jahre 1914 beobachteten und untersuchten Krankheiten und Schädlinge der Kulturpflanzen.** (Mitteil. d. Mähr. Landw. Landesversuchsanst. Brünn. 1914. S. 39—46.)

1. Schädigungen des Getreides: Gelbrost (*Puccinia Glumarum* Eriks.) mit seltener Heftigkeit auf Weizen und Roggen, ebenso stark der Braunrost (*Puccinia dispersa* Eriks.), während die anderen Rostarten weniger hervortreten. Weizen, Gerste und Roggen litten sehr stark durch den Getreidemehltau (*Erysiphe graminis* D. C.), Weiter wurden beobachtet: Steinbrand des Weizens (*Tilletia Tritici* Wint.).

Gerstenhartbrand (*Ustilago Jensenii* Rostr.), Gerstenflugbrand (*Ustilago Hordei* Bref.), Braunstreifigkeit (*Helminthosporium gramineum* Eriks.), Schneeschimmel (*Fusarium nivale*). An tierischen Schädlingen machten sich bemerkbar: Getreidelaufkäfer, Rüben-nematode (auf Hafer), Drahtwürmer, Tausendfüßer, *Tipulalarven*, die Milbe *Tarsonemus spirifex* (Hafer), Getreidehähnchen (Gerste und Weizen), Raupe der Queckeneule (Weizen und Roggen), Halmfliege (Gerste).

2. Schädigungen der Hackfrüchte: Die Zuckerrübe litt an: Wurzelbrand (sehr stark), Rübenrost (*Uromyces betae* T.), Blattfleckenkrankheit (*Cereospora beticola*; ungewöhnlich stark), Runkelfliege (*Anthomyia conformis*) und Aaskäferlarven (beide Schädlinge erheblich), Rüben-nematoden (oft zu beobachten), Rübenblattlaus (*Aphis papaveris* Fabr.) (ziemlich stark), dann Feld- und Wühlmäuse und Hasen. Kartoffeln waren befallen: von der Schwarzbeinigkeit, Blattrollkrankheit, Kräuselkrankheit und *Phytophthora*-fäule (alle ziemlich erheblich), *Fusarium*-fäule (ziemlich oft), Bakterienringkrankheit und *Rhizoctonia*-pocken (beide stark), Kartoffelschorf (nur in gewissen Gegenden, aber dann stark), *Spondylocadium atrovirens* Harz. (stark verbreitet). An Kohlpflanzen: Kohlhernie (*Plasmiodiophora Brassicae* Wor., sehr stark), desgleichen der Kohlgallrüßler, ferner die Kohlwanze, der Rapsverborgenrüßler, Rapsglanzkäfer und Erdflöhe, alle mehr oder weniger stark. Dann zeigten sich: das Spargelhähnchen und die Spargelfliege an Spargelpflanzen, an Fisolen der Pilz *Gloeosporium Lindemuthianum*, Welkekrankheiten (verursacht durch ein *Fusarium*, auf verschiedenen Bohnenarten ungemein stark), *Plasmopara cubensis* Rostows. an Gurken (weit verbreitet), und der Mohnwurzelrüßler an Mohn.

3. Schädigungen der Futterpflanzen: Kleekrebs (*Sclerotinia trifoliorum* Eriks.), dort stark (mehr als *Saprophyt*), wo die Felder stark durch das Auswintern gelitten hatten; andere Kleeschädigungen ohne Bedeutung. Als einer der gefährlichsten Kleeschädiger hat sich die Larve einer *Otiorrhynchus*-art herausgestellt, auch Engerlinge schädigen sehr; ferner *Apion*-arten in den Blütenständen und Samen. An Luzerne fanden sich: Luzernewurzel-töter, dann *Pseudopeziza medicaginis* und *Peronospora Trifoliorum* de By. Von tierischen Schädlingen kamen vor: *Sitona lineata* L. und *Otiorrhynchus ligustici* (Luzerne), Mäuse (Luzerne und Klee), *Tylenchus devastatrix* (Weißklee), *Perrisia ignorata* Wachtl. (Luzerne), *Perrisia Onobrychidis* Br. (Esparsette).

4. Krankheiten der Obstbäume: Krebs des Apfelbaumes, Apfelmehltau, Mehltau der Pfirsiche, *Monilia* auf Apfel, Birnen, Pflaumen und Aprikosen, Apfel- und Birnenschorf, unterschiedliche Blattfleckenkrankheiten, Schrottschußkrankheit und Lohe (*Polystigma rubrum* (D.C.) der Zwetschen, Narrentaschenkrankheit der Zwetschen und Kräuselkrankheit der Pfirsichblätter. Von tierischen Schädlingen: Blutlaus des Apfelbaumes (größere Schäden), Blattläuse auf Birn- und Apfelbäumen, Pflaumen- und Zwetschen, Birnsauger, Apfelsauger, Commaschildlaus (Apfelbäumen), *Lecanium*-arten (Zwetschen), Apfelwickler und andere Blattwicklerarten, Raupen des Ringelspinners, Baumweißlings, und Blaukopfes, dann des kleinen

Frostspanners (namentlich an Kirschbäumen), und des großen Frostspanners. Die Apfelbaumgespinnstmotte war stellenweise ungemein schädlich. Besonders schädlich war auch der Apfelblütenstecher. Schließlich schädigten einige Milbenarten und an Zwetschenblättern zeigten sich häufig die Beutegallen des *Eriophyes Padi* Nal.

5. Krankheiten des Beerenobstes: Am Weinstocke traten auf: *Plasmopara viticola* Berl., Filzkrankheit der Weinblätter (verursacht durch die Milbe *Eriophyes Vitis* Land) und der einbindige Traubenwickler (Heuwurm). An der Stachelbeere greift der amerikanische Stachelbeermehltau (*Sphaerotheca mors uvae* Berk. et Curt.) immer mehr und mehr um sich. *Botrytis* trat auf Johannisbeeren und Erdbeeren auf. Sehr schädlich war die Blattbräune der Johannisbeeren (*Gloeosporium Ribis* Mont. et Desm.). Sehr stark waren die Stachelbeeren durch die rote Stachelbeermilbe (*Bryobia ribis* Thomas) befallen, Erwähnung verdient auch *Eriophyes ribis* Nal., die hexenbesenartige Verunstaltungen der Knospen verursacht. Stellenweise verheerend zeigte sich die gelbe Stachelbeerwespe (*Nematus ribesiae* Scop.)

6. Krankheiten der Waldbäume: Fichtenwälder litten durch den Fichtenadelrost (*Chrysomyxa abietis* Watts.) und Föhren durch den Kiefernadelrost (*Peridermium Pini acicola*). Erheblichen Schaden verursachte der Maikäfer an Eichen, ferner auch die Eichenminiermotte (*Gracilaria camplanella* Hb.) Häufig waren Eichengallen von *Cynips Reaumurii* Hartig, *C. scutellaris*, *C. Centicularis* und *C. Eecundatrix* und Knopergallen (*C. calycis* Burgsd.), ferner an der Buche die Blattgallen von *Cecidomyia annulipes* Htg.

Stift (Wien).

Heikertinger, Fr., Die Frage von den natürlichen Pflanzenschutzmitteln gegen Tierfraß und ihre Lösung. Erörtert in kritischer Besprechung von W. Liebmann's Arbeit „Die Schutzeinrichtungen der Samen- und Früchte gegen unbefugten Tierfraß“. (Biolog. Zentralbl. XXXV. 1915. S. 257—281.)

Die Schutzmitteltheorie als Prinzip der Arterhaltung lehnt Verf. unbedingt ab. Er stellt drei Erfahrungssätze auf, die da lauten:

1. Für die Theorie vom „Kampfe ums Dasein“ ist die Lehre vom ständigen, erschwinglichen Tribute und der zureichenden Überproduktion zu setzen. Das heißt: Die Art als solche kämpft nicht, bedarf darum auch keines mechanischen oder chemischen Schutzes, und sucht auch keinen. Was zu kämpfen oder zu entrinnen sucht, ist nur das Individuum für sich; es sucht rein persönlich, nicht unter den Tribut zu geraten. Das mag als „Auslese“ wirken, das Artbild modifizieren, aber mit der Herausbildung eines „Schutzes“ der Art hat es nichts zu tun. Denn der Tribut wird trotz aller Modifikationen von der Art eingetrieben. Und die Art kann ihn leisten, da dieser Tribut keine Geißel, sondern nur ein wohlthätiger Regulator ist, der die Art von dem Überschuß der Nachkommenschaft befreit. Dieser Überschuß muß sogar untergehen, damit das Gleichgewicht im Naturleben erhalten bleibt. Dies ist der Satz, auf dem Darwin's Selektionstheorie fußt. Nur das konnte bleiben, bei dem die Produktion stets größer war als der Konsum durch feindliche Mächte. Die absoluten Ziffern beider sind ganz gleichgültig; die hinreichend hohe aktive Bilanz ist das einzig Wesentliche. Dies



ist der Satz von der „zureichenden Überproduktion“. Welche Faktoren sichern diese Bilanz?

Wir wissen heute nichts darüber.

2. Für die Theorie von den natürlichen „Schutzmitteln der Pflanzen gegen Tierfraß“ setzt Verf. die Tatsache der Geschmacksspezialisierung der Tierwelt. Nicht mechanische und chemische Schutzmittel schützen eine Pflanze, sondern der angeborene Geschmacksinn der Tiere. Die genannten Schutzmittel schützen die Pflanze nicht, sondern sie wird geschützt durch den angeborenen Geschmacksinn der Tiere. Jedes Tier greift normal nur einen bestimmten Kreis von Organismen als Nahrung an, unbekümmert um „Schutz“, und kümmert sich um alle anderen Pflanzen gar nicht, ob geschützt oder ungeschützt. Im ersteren Falle ist der „Schutz“ logisch undenkbar, im zweiten Falle ist er unnütz, denn wo regulär kein Angriff erfolgt, ist auch kein „Schutz“ nötig. Für die Geschmacksgeheimnisse der Tiere gibt es keine Erklärung. Die Kiefernraupe verschmäht den saftigen Salat; starrsinnig nimmt sie nur die harte, harzige Nadel. Es gibt überdies wirkliche „Omnivoren“ überhaupt nicht.

3. Zur Erklärung des anscheinend tierabwehrenden Charakters der heutigen Pflanzenwelt setzt Verf. die Lehre von der Bevorzugung des Zusagehenden. Pflanzen, die an einem Orte von einer dominierenden Tierart bevorzugt werden, leiden am stärksten. Eine Anzahl Pflanzen erlag einer dauernden Bevorzugung ganz. Waren die nun übrigbleibenden Pflanzen durch ihre mißliebigen Eigenschaften „geschützt“? Keineswegs. Dann wurde eben das minder Bevorzugte angegriffen! Jedes phytophage Tier besitzt eine angestammte Normalnahrung normal in Fülle. Diese Normalnahrung ist dem Tiere gegenüber absolut ungeschützt und wird in Menge vernichtet. In Spezialfällen mag ja das Leben einer Pflanze einmal von ihrer Bedornung, scharfem Saft usw. abhängen, wenn nämlich den ortsbewohnenden Tieren ihre Normalpflanzen ausgehen. Dies ist aber Zufall, kein Naturprinzip. Die Zoologen glauben an keinen wirksamen, bewaffneten Schutz der Pflanzenwelt gegen Tiere. An eine hier und dort wirksame „Auslese“ glauben sie: das am meisten Begehrte verschwand, das minder Bevorzugte — aber darum keineswegs Verschmähte oder gar „Geschützte“ — blieb übrig. Dieses minder Bevorzugte gibt nun der heutigen Pflanzenwelt ihren anscheinend tierabwehrenden Zug, mit dem sich die heutige Tierwelt abgefunden hat und der den Pflanzen nunmehr nicht das mindeste nützt. Die „Auslese“ erzeugt minder begehrenswert scheinende Formen, aber einen wirksamen Schutz gegen wirkliche Feinde erzeugt sie nicht, weil die feindliche Tierwelt jeden Schutz durch stete unvermerkte Gegenanpassung zunichte macht. Nur dieser Fall ist möglich: Ein durch seinen Geschmacksinn angepaßter Spezialist verschwindet bei Verschwinden seiner Pflanze mit.

Nun geht Verf. an die Kritik der eingangs genannten Liebmannschen Arbeit (Jenaische Zeitschrift f. Naturwiss. 1910. 46. S. 445 und 1913. 50. S. 775.). Verf. zieht aus dieser Arbeit folgende Folgerungen: Der Geschmacksinn der Vögel ist sehr wenig ausgeprägt, d. h. es gibt keine wirksamen chemischen, natürlichen Schutzmittel der Pflanzen gegen Vogelfraß. — Die Körner werden gefressen, ob mit oder ohne „Schutzmittel“, ist gleichgültig. Die Pflanze stirbt nicht aus; dies verdankt sie aber keineswegs den Abwehrmitteln, sondern dem Umstande, daß sie genug Samen erzeugt, so daß die Fortpflanzung des Gewächses gesichert ist. Der Vogelfraß

unterscheidet nicht kritisch Kultursämereien und Unkrautsamen, sondern trifft rücksichtslos beides. — Die harten Schalen brauchen die Körner um den Winter zu überdauern. — Jedes Tier weiß, seine Normalnahrung zu finden; sie mag grellfarbig, schutzfarben oder überhaupt nicht sichtbar sein. Es hat ja den ganzen Tag nichts zu tun, als seine Nahrung zu suchen! — **L i e b m a n n** gesteht sogar selbst ein, daß sie (die Samen) „massenhaft gebildet werden, damit eine genügende Anzahl am Leben bleibt“. Und dies ist ja die Bestätigung des vom Verf. sub 1 aufgestellten Satzes von der „zureichenden Überproduktion“. — Mit den „Schutzeinrichtungen“ sieht es also windig aus. — Verliert nun die Deszendenztheorie, wenn ihr die Schutzmitteltheorie genommen wird? Nicht. Wir brauchen ja nicht mehr zu fürchten, daß diese Theorie verloren geht; wir sehen sie eben jetzt in anderem Lichte. Auch Zurückgehen kann ein Fortschritt sein, wenn es ein Zurückgehen von einem Irrtum war. Und ein Fragezeichen an richtiger Stelle kann tieferes Wissen sein als eine irrige Antwort.

M a t o u s c h e k (Wien).

**Magerstein, Vinzenz**, Über das Auftreten des samtstieligen Blätterschwammes in Weidenkulturen. (Wien. landw. Zeitg. Jg. 64. 1914. S. 79—80.)

Man klagte in Österreich, speziell in Schlesien, über ein Vermorschen der Stöcke schon von 10—15jährigen Weidenanlagen. Die Ursache ist *Collybia velutipes*. Auch auf solchen Stöcken, die vor kurzem (1—3 Jahre) ihr Leben eingebüßt haben, erscheint der Pilz; in niederschlagreichen Herbstern zeigt er sich zur Zeit des Blattfalles besonders zahlreich auf solchen Stöcken, die noch einen kleinen, lebensfähigen Holzanteil besitzen, aus dem sich einige kümmerliche Ruten entwickeln. Auch infolge der Verwundungen der Weide durch Schnitt, Vertritt usw. kommt es zur rascheren Zersetzung, da der Pilz dort auch auftritt. — Zu Kotzobendz (Ö.-Schlesien) werden weitere Beobachtungen vom Verf. gesammelt.

M a t o u s c h e k (Wien).

**Eifler, C.**, Meine Versuche mit Uraniagrün 1914. (Deutsch. Obstbauzeitg. 1915. S. 98—100).

1—2 g Uraniagrün auf 1 l Wasser, dazu 3 g Kalkzusatz, brachte keine Verbrennungen an Birne und Apfel hervor; der Erfolg gegen Apfelwickler war gut. — 1½ g Uraniagrün und 3 g Kalk auf 1 l Wasser tötete die kleinen Raupen des Kohlweißling (die großen blieben lebend). Die nach Abbrechen in Wasser abgespülten und getrockneten Blätter haben bei Verfütterung an Kaninchen sowie dem Menschen nicht geschadet. — Mischte Verf. Uraniagrün mit Schwefelkalkbrühe, so traten Verbrennungserscheinungen auf.

M a t o u s c h e k (Wien).

Die „Deutsche Gesellschaft für angewandte Entomologie“, die vor allem die Durchführung einer zweckdienlichen staatlichen Organisation zur wissenschaftlichen Untersuchung und Bekämpfung der wirtschaftlich schädlichen und krankheitsübertragenden Insekten, sowie die Förderung der Zucht von Nutzinsekten anstrebt, wird heuer zum erstenmal während des Krieges eine Versammlung abhalten. Sie findet vom 24. bis 26. September in München (Amalienstraße 52, Forstliche Versuchsanstalt) statt. Es werden dort die gegenwärtig wichtigsten Fragen der praktischen Insektenkunde, die namentlich im Krieg zu besonderer Bedeutung gelangt ist, in einer Reihe von Vorträgen behandelt werden. Einen breiten Raum nehmen unter anderem die Ausführungen über das erst seit einem Jahr in Deutschland angewandte und zu einer umfassenden Organisation ausgebaute Blausäureverfahren ein, das im Kampf gegen die verschiedensten Haus- und Magazininsekten, namentlich gegen Mühlenschädlinge, Wanzen und Läuse, durchschlagende Erfolge gezeitigt hat. Weiterhin sind Vorträge über den Gebrauch von Arsenmitteln im Pflanzenschutz, über Bekämpfung von Schnaken und Fliegen, über Fragen züchterischer Natur sowie über: „Angewandte Entomologie und Schule“ angemeldet. Endlich wird Professor Dr. K. Escherich, München, über das in München neu zu gründende Forschungsinstitut für praktische Insektenkunde und über andere organisatorische Ziele sprechen. Das Programm der Tagung ist von dem unterzeichneten Schriftführer der Gesellschaft zu erfahren.

Dr. F. Stellwaag,  
Neustadt a. d. Hdt. (Rheinpfalz).

### An die Herren Mitarbeiter!

Da die jetzigen Verhältnisse in den Druckereien, vor allen Dingen aber die sich empfindlich bemerkbar machende Papierknappheit, das Erscheinen auch der wissenschaftlichen Zeitschriften unliebsam beeinflussen, sehen sich die Unterzeichneten veranlaßt, an die Herren Mitarbeiter die Bitte zu richten, sich bei der Abfassung ihrer Arbeiten auf das unbedingt Notwendige und wirklich Neue zu beschränken und die Manuskripte recht deutlich, am besten mit der Schreibmaschine, zu schreiben.

Es ist, wenn ein regelmäßiges und vor allen Dingen auch rasches Erscheinen der eingelieferten Abhandlungen ermöglicht werden soll, mit größter Sorgfalt auf folgende Punkte zu achten:

1. Arbeiten, die einen Umfang von mehr als  $2\frac{1}{2}$  Druckbogen ergeben, sind unbedingt zu vermeiden. Es empfiehlt sich daher, sich den gegenwärtigen Verhältnissen durch möglichste Kürze anzupassen.

2. Abbildungen im Texte, vor allen Dingen aber Tafeln, sind auf das Allernötigste zu beschränken, wobei noch darauf zu achten ist, daß ein möglichst einfaches Reproduktionsverfahren gewährleistet ist.

3. Umfangreiche Literaturangaben, geschichtliche Einleitungen, Krankengeschichten, allzu eingehende Beschreibungen von Präparaten, umfangreiche Tabellen, Kurven, Sektionsprotokolle usw. sind möglichst zu vermeiden, oder müssen unter Umständen von der Redaktion gekürzt oder gestrichen werden.

4. Die Zahl der Sonderabzüge ist mit Rücksicht auf die große Papiernot möglichst auf die vom Verlage vorgesehene Anzahl von 20 Exemplaren zu beschränken.

**Verlag und Redaktion**  
**des Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde**  
**und Infektionskrankheiten.**

**Inhalt.**

**Original-Abhandlungen.**

- Diemel, P.**, Über die wirtswechselnden Rostpilze, S. 470.  
**Magnusson, Hilding**, Ein Beitrag zur Kenntnis der schleimigen Zersetzung von Nahrungsmitteln, S. 459.  
**Meier, Walter**, Untersuchungen über zweckmäßige Kultivierungsmethoden für die Bakterien der frischemolkenen Kuhmilch, S. 433.

**Referate.**

- Appl, Joh.**, Über die im Jahre 1914 beobachteten und untersuchten Krankheiten und Schädlinge der Kulturpflanzen, S. 506.  
**Eifler, C.**, Meine Versuche mit Uraniagrün 1914, S. 508.  
**Heikertinger, Fr.**, Die Frage von den natürlichen Pflanzenschutzmitteln gegen Tierfraß und ihre Lösung, S. 508.

- Heinricher, E.**, Beiträge zur Biologie der Zwergmister, *Arceuthobium Oxycedri*, besonders zur Kenntnis des anatomischen Baues und der Mechanik ihrer explosiven Beeren, S. 500.  
 —, Die Keimung und Entwicklungsgeschichte der Wachholdermistel, *Arceuthobium Oxycedri*, auf Grund durchgeführter Kulturen geschildert, S. 502.  
**Homburger, E.**, Behandlung von Pflanzen mit Hochfrequenzströmen, S. 500.  
**Magerstein, Vinzenz**, Über das Auftreten des samtstieligen Blätterschwammes in Weidenkulturen, S. 510.  
**Uffeln, K.**, Die Großschmetterlinge Westfalens, S. 506.  
**Van der Goot, P.**, Beiträge zur Kenntnis der Holländischen Blattläuse, S. 505.  
**York, H. H.**, The origin and development of the embryosac and embryo of *Dendrophthora opuntioides* and *D. gracile*, S. 503.

Die Herren Mitarbeiter werden höflichst gebeten, bereits fertiggestellte Klischees — falls solche mit den Manuskripten abgeliefert werden — nicht der Redaktion, sondern direkt der Verlagsbuchhandlung **Gustav Fischer** in Jena einzusenden.

Abgeschlossen am 7. Sept. 1918

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.

*Nachdruck verboten.*

## Über Kolonien mit Wachstum in einseitswendigen Spiralen.

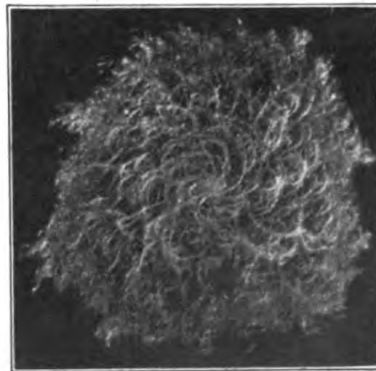
[Aus der bakt. Untersuchungsstelle des beratenden Hygienikers einer Armee  
— Oberstabsarzt d. R. Prof. Neisser.]

Von Prof. E. Pringsheim.

Mit 1 Fig. im Text.

Daß es bei einzelnen Bakterienarten ein „vorn“ und „hinten“ gibt, daß also eine Polarität in dieser Hinsicht besteht, geht aus den Köpfchen-sporen und aus der einpoligen Begeißelung hervor. Unbekannt scheint es aber zu sein, daß gelegentlich noch weitergehende Differenzierungen vorkommen, worüber im folgenden berichtet wird:

Beim Betrachten alter, von Luftkeimen verunreinigter Agarplatten fiel Herrn Prof. Neisser eine Bakterienkolonie, die sich durch ihre zarte Verzweigung als *Bacillus mycoides* Flügge erwies, wegen einer eigenartigen Wachstumserscheinung auf. Es war nämlich bei der makroskopischen Betrachtung von der Bodenseite der Petrischale her die Mehrzahl der Zweige rechtsherum, im Sinne des Uhrzeigers, gekrümmt, so, daß sowohl die feinsten fadenförmigen Ausläufer, wie auch die durch Schleifenbildung und Aneinander vorbeischieben der Fäden gebildeten größeren Stränge mehr nach der Mitte der Kolonie zu Teile von rechtsläufigen Spiralen bildeten. Eine Krümmung nach der entgegengesetzten Seite war nirgends zu sehen. Die Erscheinung war sehr auffallend und wurde von jedem unbefangenen Beobachter anerkannt (s. Fig.).



Kolonie des Wurzelbazillus, mehrere Tage alt, auf Agar-Oberfläche.

Nach punktförmiger Überimpfung auf frische Agarplatten trat die Erscheinung in derselben Weise schon an jungen Kolonien hervor. Da diese hierbei sicher nicht aus einem einzelnen Keim, sondern aus einem unregelmäßigen Haufen von Sporen hervorgehen, die Krümmung aber stets dieselbe einheitliche Richtung zeigte, so mußte an Außenkräfte gedacht werden, die den Drehungssinn beeinflussen. Diese konnten in der Agarschale oder außerhalb zu suchen sein.

Das nächstliegende waren Spannungen im Agar, da beim Ausstreichen mit Glasspatel, Reagenzglaskuppe oder Öse die Kolonieform gänzlich verzerrt wird und die Fäden in der Streichrichtung geradeaus wachsen. Auch die dem etwas emporgezogenen Rande der Agarfläche sich nähernden Fäden wachsen gradlinig radiär nach auswärts. Man konnte annehmen, daß das Schwenken der Schale beim Plattengießen, durch das man ihren Boden ganz zu bedecken sucht, spiralig verlaufende Spannungen zurückläßt, die das Wachs-

tum der Bakterienkolonien beeinflussen. Im Versuch aber führte selbst ein bis zum Erstarren des Agars fortgesetztes Rechts- oder Linksschwenken zu keiner Änderung in der Wachstumsrichtung des Wurzelbacillus. Auch das Impfen mit der rechten oder linken Hand, senkrecht von oben oder schräg, im graden oder links bzw. rechts gekrümmten Strich, führte zu keiner Abweichung vom ursprünglich beobachteten Verhalten. Von einem geraden Impfstich aus wuchs z. B. das Bacterium nach der einen Seite breiter aus als nach der anderen, weil die bogenförmigen Zweige sich auf der einen Seite von dem Ursprungsstrich entfernten, auf der anderen Seite sich ihm anlegten. Veränderungen in der Zusammensetzung des Nährbodens hatten gleichfalls keinen Einfluß auf die Erscheinung. Nur wuchs das Bacterium auf Traubenzuckeragar dichter, und die Verzweigung trat dadurch nicht so deutlich hervor wie auf dem gewöhnlichen Fleischextraktpeptonagar. Auch wenn durch Einlegen feuchten Fließpapiers in den Schalendeckel für dampfgesättigte Luft gesorgt wurde, veränderten die Kolonien ihr Aussehen. Sie wurden dichter, die Einzelfäden am Rande ragten nicht so weit hervor, und der spiralige Wuchs verschwand. Eine Umkehrung der Krümmungsrichtung aber war nicht zu erzielen.

Nach diesen Erfahrungen mußte man annehmen, daß **A u ß e n k r ä f t e** die Einseitigkeit des Wachstums bedingten, wie Schwerkraft, Temperaturdifferenzen oder dergleichen. Es wurden deshalb frisch beimpfte Kulturschalen rechts und links, oben und unten im Brutschrank, mit dem Deckel oder der Schale nach oben oder auch mit senkrecht stehender Agarfläche untergebracht. Alles das hatte keinen Einfluß, d. h. die Drehrichtung behielt ihre Beziehung zur Agarfläche bei. Mithin sind es doch in der Kultur selbst liegende Einflüsse, die die Erscheinung bedingen, z. B. Feuchtigkeitsgefälle, Nahrungsstoffzufuhr u. dgl. Der strahlige Bau der Kolonie läßt sich dadurch erklären, daß die von den eigenen Stoffwechselprodukten fortstrebenden oder den nährstoffreicheren Teilen der Agarfläche zugewendeten Fäden im Wachstum gefördert werden. Zur Deutung der gleichsinnigen Krümmung der Fäden aber müssen andere Annahmen hinzugenommen werden. Eine rein morphologische Biegung der Bakterien, etwa wie bei Vibrionen, genügt nicht zur Erklärung der stets gleichsinnigen Krümmung, denn beim Impfen würde ein Teil der Bakterien (oder Sporen) auf die rechte, ein Teil auf die linke Seite fallen und viele würden dazwischenliegende Richtungen einnehmen. Zur Erklärung aber könnte man sich schraubig verlaufende Nährstoffströmungen oder Bewegungserscheinungen in oder an den Bakterienfäden denken, deren Bahn festgelegt, deren Richtung aber von der Lage zum Koloniezentrum abhängig wäre. Das Verhältnis solcher Bewegungen zur Kulturfläche könnte die Krümmungsrichtung beeinflussen. Eine wirklich beweisbare Erklärung der höchst merkwürdigen Erscheinung ist schwer zu gewinnen. Das Wesentliche ist die Erkenntnis, daß die Struktur dieser niederen Lebewesen augenscheinlich verwickelter ist, als wir sie uns gewöhnlich vorstellen. Als einziger vergleichbarer Fall wäre die Krümmungsrichtung beim Winden der Schlingpflanzen anzuführen, die bei ein und derselben Art auch völlig gleichartig beibehalten wird. Dabei geschieht dort die Festlegung einer Hauptrichtung durch die Schwerkraft, anstatt durch die von der Agarfläche ausgehenden Ernährungs- und Feuchtigkeitseinflüsse. Auch dort aber muß man noch eine innere physiologische Struktur annehmen, die der Pflanze die „Unterscheidung von Rechts und Links“ gestattet. Was schließlich die Verbreitung des Drehvermögens beim Wurzelbacillus anbelangt, so scheint es allgemein bei allen Stämmen

aufzutreten. Und zwar ist die Drehrichtung stets dieselbe. Die Erwartung, auch einmal links drehende Stämme aufzufinden, hat sich bisher nicht verwirklicht. Ich untersuchte 16 Stämme, 6 aus der Luft, 10 aus gleichvielen in der weiteren Umgebung des Laboratoriums gesammelten Erdproben, die stets den *Bac. mycoides* enthielten. Auch eine Aufspaltung des rechtsdrehenden ersten Stammes sowie eines zunächst etwas unentschieden sich verhaltenden mit Hilfe des Plattenverfahrens gelang nicht, d. h. es entstanden nur ausgesprochen rechts drehende Tochterstämme.

Ob die Erscheinung dem *Bacillus mycoides* allgemein zukommt, oder nur einer in der hiesigen Gegend verbreiteten Rasse, konnte vorläufig nicht entschieden werden. Das erstere ist aber sehr viel wahrscheinlicher. Dafür spricht u. a. der Umstand, daß aus einer Erdprobe die zitronengelbe Varietät *B. mycoides citreus* (Lehmann-Neumann, Atlas und Grundriß der Bakteriologie. T. II. S. 453) isoliert wurde, die sich genau wie die farblose Art verhielt. Das ungleichseitige Koloniewachstum ist also offenbar ein ursprüngliches Artmerkmal. (G.O.)

Nachdruck verboten.

## Die Kohlensäure-Frage, ist sie neu oder alt?

Von Dr. Hugo Fischer.

In seinem höchst lesens- und beherzigenswerten<sup>1)</sup> Heft „Boden-Bakterien und Boden-Fruchtbarkeit“, Berlin 1914, schreibt L ö b n i s S. 15: „Ungleich wichtiger ist aber zweifellos der Humus als Lieferant der von den Nutzpflanzen benötigten Kohlensäure. In einigen Veröffentlichungen der neuesten Zeit wurde diese Tatsache als etwas bisher fast ganz Unbekanntes hingestellt. Indessen schrieb schon Albrecht Thäer usw.“

Da ich an diesen „Veröffentlichungen der neuesten Zeit“ mindestens stark beteiligt bin, so möchte ich auf die geschichtliche Entwicklung der Frage ein wenig näher eingehen; und da jener dem Boden entsteigende Kohlensäurestrom fast ganz den Bodenmikroben entstammt, ist wohl dieses Centralblatt der Ort dafür.

Ostern 1892 wurde ich Assistent bei V ö c h t i n g in Tübingen; dieser war mit sehr interessanten Arbeiten über die Abhängigkeit der Blütenbildung vom Licht beschäftigt. Als hervorragender Experimentator hat V. auf dem Gebiet der experimentellen Morphologie und Entwicklungslehre, der Transplantation u. a. Bedeutendes geleistet, in jener Frage jedoch konnte er, trotz wichtiger Ergebnisse<sup>2)</sup>, zu keinem abschließenden Urteil gelangen. Doch waren es recht bekannte, d. h. jedem naturwissenschaftlich Gebildeten bekannte Tatsachen, die man nur miteinander zu verbinden brauchte, um

<sup>1)</sup> Beherzigenswert ist namentlich einiges in der Einleitung; nur gilt das, was dort von der Bodenbakteriologie gesagt ist, ebenso gut von anderen Zweigen der Natur-, zumal der biologischen Forschung, deren überragende Wichtigkeit an maßgebenden Stellen noch so vielfach unbekannt ist!

<sup>2)</sup> Über den Einfluß des Lichtes auf Gestaltung und Anlage der Blüten. (Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 25. 1893. S. 1.)

den ursächlichen Zusammenhang zu durchschauen: 1. Die wichtigste, wenn auch nicht einzige, Tätigkeit des Lichtes in der Pflanze ist die Mitwirkung bei der Erzeugung von Kohlenhydrat aus Kohlendioxyd und Wasser. 2. Die Blütenbildung ist in hohem Grade vom Licht abhängig. 3. Die werdenden Blüten verbrauchen große Mengen von Kohlenhydraten durch Atmung<sup>1)</sup>. 4. Die Blühwilligkeit wird durch Einschränkung der Bodenernährung befördert; vgl. das Verfahren der Gärtner, Pflanzen, die blühend zum Verkauf gelangen sollen, nach Beschneidung der Wurzeln in kleine Töpfe mit nährstoffarmer Erde zu bringen. So gelangte ich schon damals, 1892, zu der Überzeugung, das Überwiegen der Kohlenhydrate im Stoffwechsel der Pflanze sei das Ausschlaggebende, das den Übergang vom vegetativen Wachstum zur Blütenbildung bedingt.

Ausgesprochen habe ich diesen Gedanken erst am 17. Dezember 1898 in meiner Habilitationsrede zu Bonn; dann in einem Vortrag vor der „Nieder-rheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde“ am 3. Dezember 1900, abgedruckt in deren Sitzungsbericht.

Obzwar wir Deutschen nun ganz gewiß nicht die Barbaren sind, als welche das ebenso wahrheitsliebende wie uneigennützig Albion uns hinzustellen liebt, so ist doch gewiß: Lücken weist unsere Kultur auf! Eine der gemeinschädlichsten besteht darin, daß die Ausführung eines Gedankens, auch wenn er noch so fruchtbar für Theorie und Praxis ist, doch von gewissen Außenbedingungen abhängig ist, unter welchen die Verfügung über die nötigen **B a r m i t t e l** an erster Stelle steht.

Jahrelang war es mir nicht möglich, meine Theorie ausführlich experimentell zu begründen! Inzwischen erschienen dann zwei Arbeiten, die, beide zwar in Rücksicht auf niedere Algen, Hinweise in gleicher Richtung brachten: **K l e b s**, Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen, Jena 1896. **B e n e c k e**, Kulturbedingungen einiger Algen. (Botan. Zeitg. 1898.) Bei **B e n e c k e** steht S. 89 die kurze Bemerkung: „Auffallend ist ferner, wie sehr der Mangel an Stickstoff, bei Gegenwart von Phosphaten, die Geschlechtstätigkeit fördert. *V a u c h e r i a*-Keimlinge, auch die solcher Arten, die sonst schwer Geschlechtsorgane bilden, bedecken sich bald über und über damit, falls der Stickstoff mangelt.“ Haben wir bei **K l e b s** den Beweis für die Wichtigkeit der Kohlenhydrate für das Eintreten der Geschlechtsreife, so enthält letztere Notiz das Gegenstück, das Zurücktreten des wichtigsten Bodennährstoffes, des N, als in gleicher Richtung wirksam. Beide aber brachten weder die Verallgemeinerung des Beobachteten, noch die weitere Nutzenanwendung auf die Blütenpflanzen.

In Bezug auf die Blütenbildung fand ich meinen Gedanken zum ersten Mal als allgemeingültige Regel ausgesprochen bei **O. L o e w**, Zur Theorie der blütenbildenden Stoffe. (Flora. Bd. 94. 1904.); hier war der analytische Beweis erbracht, daß blühreife Pflanzen mehr Zucker (!) enthalten als andere; ganz meine Meinung. Das Erscheinen dieser Arbeit war aber nun für mich der Anstoß, das, was ich selbst beizubringen wußte, der Öffentlichkeit zu übergeben: Die Blütenbildung in ihrer Abhängigkeit vom Licht und die „blütenbildenden Substanzen“ (Flora. Bd. 94. 1905. S. 478). In der Begründung meiner Theorie nahm zwar den geringsten Raum ein, was über eigene Versuche zu berichten war. Jener Veröffentlichung von **L o e w** folgte noch in dem-

<sup>1)</sup> Es dürfte bei Aufstellung eines solchen Versuches für die Vorlesung gewesen sein, daß mir die Beziehung aufging, welche obige Tatsachen verbindet.



selben Jahr eine zweite von L o e w , Stickstoffentziehung und Blütenbildung (Flora. Bd. 95. 1905. S. 324), die weitere Beweise brachte für unsere Theorie, welche man kurz in die Worte fassen kann: Der Quotient C: N entscheidet darüber, ob eine Pflanze aus dem vegetativen Zustand zur geschlechtlichen Fortpflanzung (Blütenbildung) übergeht oder nicht. Ansteigen des Wertes (Vergrößerung des Zählers, Verkleinerung des Nenners) führt zur Blühreife; Abnahme desselben (Anwachsen des Nenners, Rückgang des Zählers) ist der Blühbarkeit entgegen.

Obwohl auch die Versuche von D e m o u s s y (s. u.) eine deutliche Sprache redeten, mußte unsere Theorie doch noch sehr auf Anerkennung warten; stand sie doch der Hypothese der „Blütenbildenden Stoffe“ entgegen, durch welche S a c h s die Abhängigkeit der Blütenbildung vom Licht, aber auch anderes, wie die Mißbildungen der Blüten, hatte erklären wollen; diese war aber eigentlich schon durch V ö c h t i n g (s. o.) und K l e b s widerlegt.

Erst durch verschiedene Mitteilungen des letztgenannten Forschers, der seine Arbeiten auf die Fortpflanzungsbedingungen der Blütenpflanzen ausgedehnt hatte, wurde unsere Theorie zu allgemeinerer Geltung gebracht; genannt seien hier: Über Variationen der Blüten. (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 42. 1905). Über künstliche Metamorphosen. (Abhdlg. Naturf. Ges. Halle. Bd. 25. 1906.) Das Verhältnis der Außenwelt zur Entwicklung der Pflanzenwelt. (Heidelbg. Akad. d. Wiss. B. 1913. H. 5.) Ganz verdrängt ist die Hypothese von S a c h s noch heute nicht; auf den jüngsten Versuch zu ihrer Rettung soll a. a. O. eingegangen werden. —

Von der Erkenntnis, daß das Überwiegen der N-freien Assimilate im pflanzlichen Stoffwechsel den Anstoß zur Blühreife gebe, war nur ein kleiner Schritt zu dem Wunsch, zu wissen, wie Pflanzen sich verhalten, denen man Gelegenheit zu reicherer C-Assimilation böte; da längst bekannt war, daß bei dem durchschnittlichen  $\text{CO}_2$ -Gehalt der Atmosphäre von rund 0,25 l in 1 cbm Luft eine Verstärkung des Lichtes keine Erhöhung der Assimilation mehr erzielt, so kam es darauf an, den anderen Faktor, den  $\text{CO}_2$ -Gehalt der Luft zu steigern! Neu war der Gedanke nicht, nur für mich selbst insofern, als ich erst viel später davon zu lesen bekam, wogegen ich freilich den obigen Gedanken, die Beziehung Assimilation — Blühreife, ganz für mich in Anspruch nehmen muß. Über die Aussichten einer Pflanzenhaltung unter gesteigertem  $\text{CO}_2$ -Gehalt der Luft, hat sich m. W. als erster T s c h l a p l o w i t z ausgesprochen in M ö l l e r s Dtsch. Gärtn.-Ztg. 1888; später abgedruckt in „Gesammelte gartenwissenschaftliche Aufsätze und Versuchsergebnisse“, Oppeln 1890. In einer Reihe von Aufsätzen, die er später in jenem Heft zusammengefaßt hat, bemühte er sich, die Gärtner zu wissenschaftlichem Denken und Arbeiten zu erziehen. Die  $\text{CO}_2$ -Frage behandelt T. in seinem heut noch lesenswerten Buch mit sichtlichem Interesse, gibt auch 2 Verfahren an, Kohlensäure zu entwickeln: selbsttätig aus humoser Substanz, dann aus Kalkstein (kohlen-saurer Kalk) + Salzsäure.

Erfolgreiche, aber wenig beachtete und später fast ganz vergessene V e r s u c h e hat vor mir D e m o u s s y angestellt. (Compt. rend. de l'Acad. Paris. T. 136. 1903; 138. 1904; 139. 1904.)

Von Ostern 1911 bis 1914 versuchte ich, ohne zunächst von D e m o u s s y zu wissen, in Diensten der „Deutschen Gartenbau-Gesellschaft“ die Frage

in Aufnahme zu bringen, leider vergeblich! Meine wichtigsten Veröffentlichungen aus jener Zeit stehen in Gartenflora. 61. 1912. S. 299 u. 336 und Bd. 63. 1914. S. 125. — Später hat noch Kisselew Versuche derart angestellt (Beih. z. Botan. Centrbl. Abt. I. Bd. 32. 1914). Die Ergebnisse waren die gleichen: kräftigeres Wachstum, bis zum Vierfachen des Pflanzengewichtes, trotzdem frühere Blühreife, reicheres Blühen und Fruchten, größere Widerstandsfähigkeit gegen Schädlinge. Trotzdem hat die Anerkennung dieser Ergebnisse und die Möglichkeit, sie für die Praxis auszubauen, bisher auf sich warten lassen.

Kommen wir zu der Frage der aus dem Boden aufsteigenden  $\text{CO}_2$  in ihrer Bedeutung für Pflanzenwuchs und Ernte. Auf sie bezieht sich das oben zitierte Wort von Löhnis. Als Beleg weiß L. allerdings nur ältere Autoren anzuführen, aber — gerade das ist bezeichnend! — Für mich ergab sich dieser Gedanke von selbst, ohne ältere oder neuere Bücher, durch Lesen im Buch der Natur: mein dauerndes Interesse für die  $\text{CO}_2$ -Frage überhaupt, die bestimmte Überzeugung, daß die 0,2 bis 0,3 Prom. der freien Luft nicht das Bestmaß für das Pflanzengedeihen, Blühen und Fruchten darstellen, meine Beschäftigung mit den Bodenmikroben, der Quelle jenes  $\text{CO}_2$ -Stromes, mußten mich zu dessen höher Wichtigkeit hinleiten. Ausgesprochen und begründet habe ich diese z. B. in einem Vortrag vor der „Gesellsch. Naturforsch. Freunde“ zu Berlin am 15./10. 1906, abgedr. in Naturwiss. Wochenschr. 1907; ferner in einem Vortrag: Bodenbakterien usw. (Ill. Landw. Zeitg. Bd. 33. 1913.) Obwohl ich also zu diesem Gedanken mit Notwendigkeit selbst gelangt war, war ich doch niemals bemüht, zu verheimlichen, habe vielmehr selbst an geeigneter Stelle darauf hingewiesen, daß schon die Väter der Agrikulturchemie, Liebig und Boussingault, der aus dem Boden entwickelten  $\text{CO}_2$  in Erkenntnis ihrer Bedeutung, Interesse dargebracht haben. —

Sehr treffend ist und zweifellos heute noch gültig, was L. a. a. O. aus Thaer, 1837, anführt: „Durch die Erzeugung von kohlensaurem Gas wirkt der Boden wahrscheinlich auf die Vegetation, besonders wenn das Kraut der Pflanzen die Oberfläche stark bedeckt, und dadurch die zu schnelle Entweichung der mit entwickeltem kohlensauren Gas angefüllten Luftschicht verhindert. Der Humus ist diejenige Substanz, welche den Pflanzen die Nahrung gibt. Die Kraft oder der Reichtum des Bodens hängt von ihm ab.“

Die Sätze aber, die L. weiter aus Rosenberg-Lipinsky, 1869, anführt, zeugen zwar von der Wichtigkeit des Humus im Boden, sprechen aber nur ganz allgemein, nicht von der  $\text{CO}_2$ -Frage! Daß die organischen Stoffe des Ackerbodens als  $\text{CO}_2$ -Quelle zu bewerten seien, ist eben allmählich vergessen worden!

Man vgl. z. B. den zweifellos um die Landwirtschaft hochverdienten Wollny. In Landw. Vers.-Stat. 25. 1880, schreibt er: „Überdies ist es nicht unwahrscheinlich, daß die Kohlensäure des Bodens den Pflanzen dadurch zugänglich wird, daß sie in größeren Mengen durch Diffusion in die unteren, die Pflanzen umgebenden Luftschichten gelangt.“ Später aber, in seinem Buche: „Die Zersetzung der organischen Stoffe und die Humusbildungen“, Heidelberg 1897, behandelt derselbe Wollny die Wirkungen des Humus, sowohl die chemischen wie die physikalischen, betont auch nachdrücklich, daß die Erhaltung und Vermehrung des Humusgehaltes in der Mehrzahl der Fälle als eine der wichtigsten Aufgaben der

Bodenkultur betrachtet werden muß, eine Äußerung über die Bedeutung des Humus als Quelle der  $\text{CO}_2$  habe ich dort aber vergeblich gesucht!

Um jene Zeit hat sich im Stillen die Meinung durchgesetzt, die Pflanzen und unsere Feldgewächse besonders seien dem Durchschnittsgehalt der Luft an  $\text{CO}_2$  angepaßt<sup>1)</sup>, Vermehrung der letzteren sei praktisch unnütz oder schädlich — eine Ansicht, die genau so richtig ist, wie die, daß der Gehalt unserer Böden an N, K, P dem Bestmaß entspreche und Düngung mit dergl. überflüssig oder nachteilig sei!

Ein überaus beredtes Zeugnis, wie tief die Wichtigkeit des Humus als  $\text{CO}_2$ -Quelle in Lethes stillem Strom versunken war, bis in recht neue Zeit, ist das Ergebnis des Preisausschreibens der D. L. G. über „Das Gesetz vom Minimum“, von welchem M. Hoffmann in Arb. d. D. L. G. Heft 245. Anhang, 1913, Bericht erstattet hat: Dort sind 53 Einsendungen zusammengestellt, von denen nur 9 des C oder der  $\text{CO}_2$  überhaupt gedenken! Aber — der Stoff, der mehr als 50 v. H. des Pflanzen-Trockengewichtes ausmacht, steht bei diesen Neun nicht etwa vor oder neben N, K, P, sondern unter den Wachstumsfaktoren zweiten Grades! Versunken und vergessen, trotz aller noch so klaren Hinweise bei den führenden Männern des 19. Jahrhunderts!

Zu hunderten könnte man aus Büchern und Zeitschriften die Aussprüche zusammentragen, in denen Stall-, Gründüngung usw. z. T. nur nach ihrem N-Gehalt, z. T. auch nach der physikalischen Bodenverbesserung bewertet werden, niemals aber als  $\text{CO}_2$ -Quelle. Ja, nicht allzu selten auch in der „reinen“ Wissenschaft, trifft man auf die Ansicht, daß ein über die Norm hinausgehender  $\text{CO}_2$ -Gehalt den Pflanzen schädlich sei — obwohl doch in den Erfahrungen der Mistbeetkultur der Gegenbeweis vor Augen lag.

Nur noch ein Zeuge, wie sehr jene wohl wichtigste Leistung der Humuskörper vergessen war, sei genannt: Schneidewind, der in „Ernährung der landw. Kulturpflanzen“ 1915. S. 22, schreibt: Der  $\text{CO}_2$ -Gehalt der Luft stelle nicht das Optimum für die Bildung der organischen Substanz<sup>2)</sup> dar; die Erklärung dafür, daß Höchsterträge von Rüben, Kartoffeln mit Mineraldüngern nicht erzielt werden, wenn nicht organische (Stall- oder Grün-) Düngung dabei gegeben sei, habe er bisher nur in der Lockerung und Erwärmung des Bodens gesucht. „Möglich ist es nun aber auch, daß eine gew. Ertragssteigerung . . . durch die organ. Stoffe dadurch erfolgt, daß dieselben bei ihrer Zersetzung im Boden große Mengen von Kohlensäure entwickeln, die z. T. von diesen Früchten, welche mit ihren Blättern den Ackerboden bedecken, aufgenommen wird, während dies bei . . . Getreide nicht oder nicht in dem Maße der Fall ist“ (im Original gesperrt!). — Das sieht doch sehr nach einer erst neuerdings gewonnenen oder wiedergewonnenen Überzeugung aus! Mir kann es nur Genugtuung bereiten, wenn diese Überzeugung zum Durchbruch kommt, — unbeschadet, daß schon vor 80 Jahren Thaer dasselbe gesagt hat. Zeit und

<sup>1)</sup> Z. B. Moser, Lehrb. d. Chemie f. Land- u. Forstwirte. Berlin 1870, S. 352: Als Pflanzennährstoff, der von der Natur in mehr als zureichender Menge geboten wird, ist die Kohlensäure zu nennen (!).

<sup>2)</sup> Müßte besser heißen: „für die Entwicklung, für Blühen und Fruchten der Pflanzen.“ Denn es ist allen Ernstes behauptet worden, daß bei der Steigerung der C-Assimilation die Pflanzen nicht besser, sondern schlechter sich entwickelten!

Mühe hat es wahrlich gekostet, bis die alte, aber richtige Anschauung wieder Raum zu gewinnen begann.

Die praktische Landwirtschaft aber und die ihr dienstbaren Zweige der Naturforschung, werden Anlaß haben, der Humusfrage höchste Aufmerksamkeit zu schenken, 1. wegen der Erzeugung von  $\text{CO}_2$  aus den organischen Stoffen, 2. weil aus älteren und neuesten Erfahrungen feststeht, daß ein ziemlich gleichbleibendes Verhältnis obwaltet zwischen dem Gehalt der Böden an Humuskörpern und dem an Stickstoff; ein Verhältnis, dessen Ursachen vorwiegend auf bakteriologischem Grunde zu suchen sind. —

Überblicken wir die Hauptpunkte, von denen hier die Rede war:

1. Die Bedeutung der C-Assimilation für Blüten und Früchten der Pflanzen.

2. Die Steigerung des  $\text{CO}_2$ -Gehaltes der Luft unter Glas.

3. Die Anreicherung der über dem Ackerboden schwebenden Luftschicht mit  $\text{CO}_2$  aus den organischen Stoffen des Bodens, zwecks besserer Pflanzenernährung.

Dazu ist historisch festzustellen, daß den ersten Gedanken ich als erster ausgesprochen und begründet habe, daß der zweite von Tschaplowitz 1888 angeregt, später von Demoussy ausgeführt war, aber nirgendwo vor mir ernstlich und nachdrücklich versucht worden ist, ihn der Praxis dienstbar zu machen, — daß der dritte Gesichtspunkt von den „Vätern der Landwirtschaft“ klar erkannt, dann aber vergessen worden ist, und vergessen war, als meine erste Äußerung darüber ans Licht kam. — Erreicht habe ich in allen den Jahren, die ich für die Sache gekämpft und gelitten, fast nichts. Erst mit Frühjahr 1918 ist darin eine kleine Besserung eingetreten.

*Nachdruck verboten.*

## Beiträge zur histologischen und physiologischen Erforschung der bakteriellen Krankheit der Gefäßbündel der Kartoffelknollen.

Von Dr. F. Straňák.

Vorstand der phytopathologischen Abteilung der landwirtschaftlichen Versuchsstation des Landeskulturrates für das Königreich Böhmen an der k. k. böhm. techn. Hochschule in Prag — Königl. Weinberge, Havlíčkanlagen.

Mit 2 Figuren im Text.

Als Mitglied der in der böhmischen Sektion des Landeskulturrates für das Königreich Böhmen bestehenden Anerkennungskommission für die Kartoffelsaaten hatte ich bereits durch 2 Jahre Gelegenheit, bei der Untersuchung von Kartoffelknollen verschiedene Krankheitserscheinungen, die an den geernteten Knollen auftraten, zu beobachten. Am häufigsten traten folgende Krankheitserscheinungen auf: Krautfäule (*Phytophthora infestans*), Schorf (*Spongospora scabiei*) und Bakteriose des Knollenfleisches. Von den angeführten Krankheiten trat insbesondere Schwarzfleckigkeit des Knollenfleisches, hervorgerufen durch Bakterien, sehr häufig



auf. Die diesbezügliche pathologische Erscheinung, die am Fleische, beim Aufschneiden des Knollens, wahrnehmbar ist, äußert sich in Form einer vom Graubraun oft bis in Schwarz übergehenden Verfärbung jener Partien, die in der Gegend des Ringes gelegen sind, der die Gefäßbündel bildet und die Rindenpartie von der Markpartie scheidet. Der Ring der Gefäßbündel ist von Kambialgewebe begleitet. Das Braunwerden beginnt in der Regel in jenen Partien, welche in der Nähe des Nabels gelegen sind, und beschränkt sich oft nur auf diesen Teil, woselbst sich kleinere oder ausgedehntere, dunkel verfärbte Lagen bilden. In einem solchen Falle zeigen sich auf dem Längsschnitt der Knolle ein oder mehrere dunkle Flecke an der Nabelseite. In schweren Fällen erscheint auf der Schnittfläche ein mehr oder weniger zusammenhängender, dunkel verfärbter Ring in der Gegend des Gefäßbündelringes (siehe Fig. 1).



Fig. 1a.

Durchgeschnittene Kartoffelknollen, welche von der bakteriellen Krankheit der Gefäßbündel befallen sind; a) Längsschnitt, b) Querschnitt.

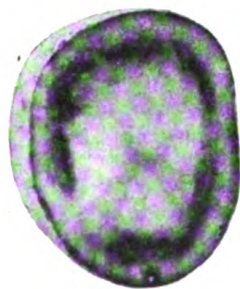


Fig. 1b.

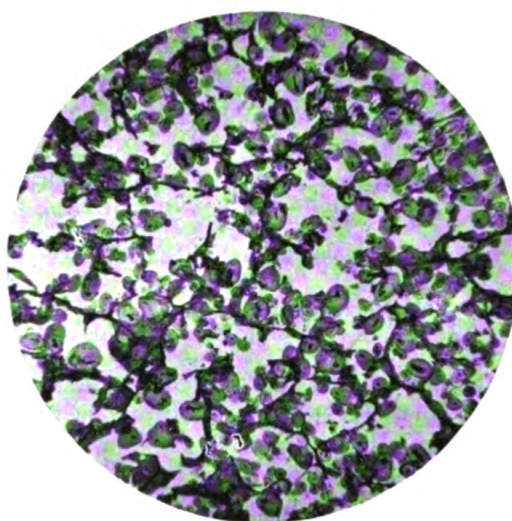


Fig. 2.

Durchschnitt eines Teiles der Kartoffelknolle, welche von der bakteriellen Krankheit der Gefäßbündel befallen ist (Mikrophotographie).

Betrachten wir die braunen Flecke auf der Schnittfläche, so finden wir, daß der Teil derselben, welchen die Flecke einnehmen, gegenüber jenem Teile, der von denselben frei ist, matter erscheint. Dieses matte Aussehen rührt von dem Wasserverluste in dem ergriffenen Teile her. Auf dem mikroskopischen Schnitte der braun gewordenen Partie läßt sich feststellen, daß die Zellen und insbesondere die Gefäße von zahlreichen Bakterien erfüllt sind. Die Mehrzahl dieser Bakterien hat die Gestalt kurzer Stäbchen; mikrometrischen Messungen zufolge sind sie etwa  $0,8 \mu$  lang und  $0,5 \mu$  dick. Neben ihnen gibt es da Formen, die etwas größer sind und ein Ausmaß von  $1,7$ — $1,9 \mu$  Länge und  $1,3 \mu$  Dicke aufweisen. Die Stärkekörner in den Knollenzellen sind von den Bakterien nicht tangiert und sind, selbst in den meistbefallenen Partien erhalten, dafür ist die Cellulose (die Zellmembran) mehr oder weniger zerstört (siehe Fig. 2). Durch Kochen im Wasser nehmen die befallenen Partien eine fast vollständig schwarze Verfärbung an.

Das Fleckigwerden des Knollenfleisches ist nur ein charakteristisches Zeichen der Krankheit, und an sich würde dasselbe, in leichteren Fällen

wenigstens, einen großen Verlust an der Ernte kaum bedeuten. Leider gibt es aber weit schlimmere Folgen, welche diese Krankheit begleiten und sie in so hohem Maße gefährlich erscheinen lassen.

Der Verlauf der Krankheit äußert sich in folgender Weise: Einige Wochen nach der Aussaat nimmt man wahr, daß ein Teil der Pflanzen überhaupt nicht aufgegangen ist. Heben wir eine Mutterknolle heraus, so finden wir, daß dieselbe äußerlich ganz gesund und unverletzt ist, daß jedoch ihre Triebe abgestorben sind. An einigen Knollen ragen die Triebe bis an die Oberfläche; allein auch diese verkümmern bald und gehen ein, oder sie entwickeln sich weiter; die Pflanze zeigt jedoch deutliche Krankheits Spuren. Die Stengel dieser Stücke sind durchscheinend, dabei häufig ins Bräunliche verfärbt und fleckig; auch die Blätter erhalten an den Nerven schwarze Flecke, kräuseln sich und fallen ab. Der Ertrag der Knollen ist verschieden, je nach der Ausdehnung der Krankheit. In schweren Fällen, in denen die Kartoffeln überhaupt nicht aufgehen, oder nur Triebe bilden, die sofort wieder eingehen, setzen sie nicht einmal Knollen an. In den Fällen aber, in denen sich die Pflanzen vollkommen entwickeln, kann der Ertrag der Knollen selbst normal sein.

Die Knollen der erkrankten Pflanzen enthalten krankheitserregende Mikroorganismen. Durch welche Krankheitserscheinungen sich solche Knollen auszeichnen, wurde schon oben angeführt. Werden angesteckte Knollen zur Saat verwendet, so wird die Krankheit von der Mutterknolle auf die junge Pflanze übertragen, welche in dem Falle, daß sie vorzeitig nicht zugrunde geht, wieder Knollen mit Krankheitskeimen erzeugt. Auf diese Weise wird die Krankheit stark verbreitet. Daneben kann aber noch eine Infektion gesunder Knollen, respektive Pflanzen, wenn diese verletzt sind, durch krankheitserregende Bakterien aus dem Boden, welche an der wunden Stelle in den Körper der Pflanze eindringen, erfolgen.

Diese Krankheit hat sich im Verlaufe einiger Jahre sehr stark verbreitet, wie dies die statistischen Daten des Auslandes, insbesondere Deutschlands, aber auch unserer Gegenden, beweisen. Im Jahre 1912 machte Kutín<sup>1)</sup> bei uns auf die Verbreitung dieser Krankheit aufmerksam. Wie an zahlreichen Kartoffelproben, die zur Anerkennung seitens der Anerkennungskommission eingesendet worden waren, ersichtlich gewesen ist, ist sie jetzt in Böhmen sehr verbreitet. Allein, eben wegen der Verborgenheit der krankheitserregenden Keime im Innern der Knollen, sowie wegen der nicht immer sich deutlich äußernden Symptome der Krankheit an der Pflanze auf dem Felde, wird die Aufmerksamkeit von derselben abgelenkt, und infolge dessen kann sie sich sehr leicht und rasch verbreiten.

Die Erkrankung der Gefäßbündel in den Kartoffelknollen beschrieb zuerst Appel<sup>2)</sup>, welcher sie Bakterien-Ringkrankheit nannte. Diesen Namen wählte Appel, weil der Kambialring in den Knollen mehr oder weniger braun verfärbt ist. Das Braunwerden erfolgt nach Appel durch die Tätigkeit von Bakterien, von welchen verschiedene, nahe verwandte Arten, insbesondere aber der *Bacillus Solanacearum*, hier in Betracht kommen. Diese Bakterien, welche zu den ständigen Bewohnern des Bodens

<sup>1)</sup> Bakteriesní kroužkovitost zemáků. („Venkov“, Národní hospodář, 1912. čís. 156.

<sup>2)</sup> Appel, O., Die Bakterien-Ringkrankheit der Kartoffel. (Kaiserl. Biolog. Anstalt f. Land- u. Forstwirtschaft. Flugbl. 36.)

gehören, dringen an verletzten Stellen des Stengels in die Gefäßbündel ein, vermehren sich hier und dringen auch in die Knollen ein. Hier pflegen zuerst in der Nähe des Nabels, in der Gegend des Gefäßbündelrings, schwarzbraune Flecke zu entstehen; später, in schwereren Fällen, verfärben sich ganze Partien im Gefäßbündelring schwarzbraun. Auch an dem oberirdischen Teile der Pflanze zeigen sich Veränderungen; die Stengel, ebenso wie die Blätter, erhalten ein krankhaftes Aussehen und es stellt sich auch bei denselben eine Beschränkung in der Entwicklung, eventl. ein vollständiges Eingehen derselben ein.

Knollen, welche an der Ringkrankheit leiden, produzieren, nach Appel, wieder kranke Pflanzen, an welchen die betreffende Krankheit noch deutlicher auftritt, als an denjenigen des vorangegangenen Jahres. Scheinbar dieselbe Krankheit hat Coleman<sup>1)</sup> in Indien beobachtet und untersucht, woselbst diese Krankheit, dort Bengadi genannt, schon 1892 von Mollison, 1903 von Buther beschrieben wurde. Die Knollen der kranken Pflanze zeigen auf dem Querschnitt verhältnismäßig dicht unter der Schale einen braunen Ring, der von Bakterien erfüllt ist. Coleman gelang es, die Bakterien zu isolieren und mit denselben Pflanzen zu infizieren, welche daraufhin eine Krankheit aufwiesen, die sich im Welkwerden und schließlich im Absterben der oberirdischen Organe äußerte; die Knollen hatten einen braun gewordenen Gefäßbündelring.

Schander<sup>2)</sup> gibt an, daß es ihm nicht gelang, durch Beurteilung der Schnittfläche der Kartoffelknolle, wie Appel angibt, einen verlässlichen Maßstab für die Ringkrankheit zu gewinnen, sondern, daß er eher Krankheitserscheinungen an der Pflanze während der Entwicklung beobachtete, welche mit der von Appel beschriebenen Ringkrankheit identisch sind. Schander beobachtete weiter bei etwa 80 Proz. der Knollen eine Verfärbung des inneren Zellgewebes, die sich entweder in Form eines dunklen Rings oder rotbrauner Flecke äußerte und Bakterien enthielten. Schander vermutet, daß die von ihm beobachtete Krankheit mit der Ringkrankheit nicht identisch, sondern nur eine vorübergehende bakterielle Infektion sei, welche durch ungünstige Witterung hervorgerufen würde.

In einer anderen Abhandlung über Krankheiten der Kartoffel<sup>3)</sup> beschreibt Schander zwei Krankheiten der Gefäßbündel in der Knolle, von welchen er die eine „Ringfärbung“, die andere „Barbarossakrankheit“ nennt. Beide Krankheiten äußern sich durch eine schwarzbraune Verfärbung der Gefäßbündel in der Knolle und bei beiden Krankheiten wurden Bakterien gefunden. Die „Ringfärbung“ wird durch die Saat nicht übertragen, während die „Barbarossakrankheit“ übertragbar ist. Der Name „Barbarossa“ wurde ihr gegeben, weil die Krankheit sich zumeist auf der Sorte Kartoffeln dieses Namens vorfindet. Schander vermutet, daß die „Barbarossakrankheit“ identisch ist mit der bakteriellen Ringkrankheit, bezweifelt jedoch den bakteriellen Ursprung derselben.

Stebler<sup>4)</sup> fand, daß die sogenannte Trockenringfäule durch die Saat verbreitet wird. Die Knollen zeigen sich erst bei der Ernte als befallen. Nach ihm ist die Krankheit einerseits durch *Fusarium oxysporum*, andererseits durch Bakterien hervorgerufen.

Eine scheinbar andere Krankheit der Gefäßbündel beobachtete Spieckermann<sup>5)</sup> in Westphalen 1908. Die Gefäßbündel in den Stengeln und Knollen sind von Bakterien erfüllt.

Das Gefäßbündel zeigt anfänglich keine Veränderung, vielleicht ein nur stellenweises Gelbwerden. Bei der Einlagerung der Knollen entsteht allmählich eine auffällige Veränderung. Der Gefäßring verfärbt sich mehr oder weniger schwach gelb, gleichzeitig wird der Ring weich und die Verfärbung verbreitet sich allmählich auf das mittlere parenchymatische Gewebe. Es stellt sich nämlich langsam eine fortschreitende Weichfäule in der Weise ein, daß die Knolle, in extremen Fällen, schließlich aus einer unberührten Rindenpartie, einer schwachen, weich gewordenen Zone und einem unberührten Zentrum besteht. Stärker befallene Knollen sterben schon im Laufe des Winters ab und verfallen stets der *Fusarium* fäule. Andere Knollen zeigen, bis auf die dunkel verfärbten Augen,

<sup>1)</sup> Coleman, Leslie C., The ring disease of potatoes. (Dep. of Agric. Mysore State. Mycol. Ser. Bull. No. 1. 1909.)

<sup>2)</sup> Illustr. Landw. Zeitg. Jg. 28. 1908. S. 797.

<sup>3)</sup> Kartoffelkrankheiten. (Abt. für Pflanzenkrankheiten d. k. Wilh.-Inst. f. Landw. in Bromberg. Flugbl. 10. 1910.)

<sup>4)</sup> Jahresber. d. Schweiz. Samenuntersuchungs- u. Versuchsanst. Zürich. 31. 1909.

<sup>5)</sup> Spieckermann, A., Über eine noch nicht beschriebene bakterielle Gefäßkrankung der Kartoffelpflanze. (Ber. üb. d. Tätigk. d. landw. Versuchsst. Münster i. W. 1908.)



noch im Frühjahr ein gesundes Aussehen; diese Augen treiben aber nicht mehr. Solche Knollen fanden wir noch 4 Wochen nach dem Anbau mit unverändertem Äußeren und, scheinbar, ganz gesund vor, allein, mit schwarzen Augen. Beim Aufschneiden derselben sehen wir, daß der Gefäßbündelring ganz zerstört ist, auch hier fehlt jedoch, sofern keine fremde Infektion entsteht, irgendeine Verfärbung des Gefäßbündelrings. Ein anderer Teil der Knollen gelangt mit kleineren Fäulnislagern in den Boden. Hier schreitet der Fäulnisprozeß rascher vor, denn viele dieser Knollen sterben vollständig ab. Aus einem Teil derselben wachsen ganz normale Pflanzen auf. Verf. hat aus den befallenen Knollen Bakterien-Kulturen gezüchtet; er erhielt teils reine, teils gemischte Kulturen.

Die Bakterien gehören in die *Pseudomonas*-Gruppe, welche auf den gangbaren Nährböden teils Fluoreszenz, teils Gärung hervorrufen und durchwegs Gelatine verflüssigen. Seltener wurde ein Vertreter der Gruppe *Mesentericus* festgestellt. Einige von diesen Bakterien riefen, übertragen auf Kartoffelknollenschnitte, nasse Fäule hervor, wie der bekannte *Bacillus phytophthorus*. Es ist fraglich, ob die Bakterien, die in kranken Knollen gefunden werden, die Urheber der Krankheit sind. Mit isolierten Bakterien hat Verf. zahlreiche Impfversuche an Kartoffeln im Felde unternommen, bei welchen sich durchwegs Krankheitserscheinungen sowohl in den oberirdischen Teilen, als auch in den Knollen zeigten. Dem Autor zufolge ist da keine besondere Prädisposition notwendig, abgesehen von Verletzungen, die bis in die Gefäßbündel reichen. Auch nahm er keine verschiedene Resistenz bei den einzelnen Sorten wahr; er vermochte die Sorten: Abdul Hamid, Hilde, Iris, Cäcilie, Bonar, Prof. Maerker, Norma, Busola, Topas, Zlocien, Roland, leicht zu infizieren. Eine spontane Erkrankung bemerkte er nur an der Sorte Professor Maerker. Die Bakterien der Spieckermannschen Ringkrankheit unterscheiden sich von den Bakterien, welche Appel isoliert hat. Es sind sehr kurze, 0,5  $\mu$  lange, begeißelte Stäbchen, welche auf allen Nährböden sehr langsam wachsen. Auf Fleischpeptonagar und Kartoffeln bilden sie im Verlaufe einiger Wochen eine schleimige, häufig zusammenfließende oder faserig sich ziehende Zoogloë von weißlicher, schwach gelber, bis dunkelgelber Farbe. Gelatine verflüssigen sie nicht. In Gelatinstichkultur wachsen sie deutlich, aber ohne charakteristische Erscheinungen. Auf Agar, sowie auf Gelatineplatten wachsen sie in Gestalt sehr kleiner, runder Kolonien, welche erst nach 8 Tagen mit freiem Auge sichtbar werden. Fleischpepton-Bouillon wird stark getrübt. In Zuckerlösung entsteht keine Gärung. Die Optimaltemperatur beträgt 30° C.

Eine andere bakterielle Krankheit der Gefäßbündel beschreibt Pethybridge<sup>1)</sup>. Die hauptsächlichsten Kennzeichen derselben bestehen in der Verfärbung und dem Vertrocknen der Blätter, im Braunwerden des Hauptgefäßbündels im Stengel, im Zerfall des unterirdischen Stengels und einer fauligen Zersetzung der Knolle. Aus dem absterbenden Gewebe gelang es, einen Organismus zu isolieren, welcher, auf Grund der Impfversuche an gesunden Pflanzen, als Urheber der Krankheit angesehen werden kann. Es handelt sich um einen Bazillus mit mehreren Geißeln, welcher Gelatine verflüssigt und anderen Bakterien ähnelt, welche analoge Krankheiten der Kartoffel hervorrufen, der jedoch mit ihnen nicht identisch ist. Verf. nennt ihn *Bacillus melanogenes*. Die Krankheit wird zumeist durch Aussaat infizierter Knollen verbreitet.

Einige Forscher waren bestrebt, die Identität der Bakterienringkrankheit mit jener zu beweisen, welche die Blattrollkrankheit hervorruft. So hält Betten<sup>2)</sup> die Ringkrankheit und die Blattrollkrankheit für vollkommen identisch. Ebenso hält Brandl<sup>3)</sup> die Blattrollkrankheit und die bakterielle Ringkrankheit für wahrscheinlich gleiche Krankheiten, und zwar offenbar nur verschiedene Formen oder verschiedene Grade einer und derselben Krankheit darstellend. Brandl ist der Meinung, daß es sich bei beiden Krankheiten um eine Bakteriose handelt; die Bakterien wurden aber bis jetzt nicht sichergestellt.

Demgegenüber ist Zedtwitz<sup>4)</sup> der Ansicht, daß beide der genannten Krankheiten ganz verschiedene Krankheitserscheinungen sind. Ihm zufolge sind die Ringkrankheit und die Schwarzbeinigkeit dieselben Krankheiten.

<sup>1)</sup> Pethybridge, G. H., Murphy, P. A., A bacterial disease of the potato plant in Ireland. (Proceed. the Roy. Irish Acad., Dublin. Vol. 29. 1911. No. 1.)

<sup>2)</sup> Erfurt. Führ. i. Obst- u. Gartenb. 9, 1908. S. 154.

<sup>3)</sup> Brandl, J., Blattrollkrankheit oder Bakterienringfäule. (Wien. landw. Zeitg. Jahrg. 59. 1909. S. 691 u. 701.)

<sup>4)</sup> Zedtwitz, W., Freiherr v., Blattrollkrankheit und Bakterienringfäule. (Wien. landw. Zeitg. Jahrg. 59. 1909. S. 818.)



Wie schon aus den Resultaten der aufgezählten Arbeiten ersichtlich ist, läßt sich nicht behaupten, daß die Krankheitserscheinungen, die in den Gefäßbündeln der Kartoffelknollen beobachtet werden, eine genaue Diagnose erfahren hätten. Wir stehen hier noch immer vor einem Problem, dessen Lösung im Interesse der ungestörten Entwicklung eines wirtschaftlich so bedeutungsvollen Produktes, wie es die Kartoffel ist, im höchsten Maße erwünscht erscheint.

Bei der Beobachtung der Krankheit der Gefäßbündel hatte ich jedoch nicht vor Augen, die Frage der Ursache der Krankheitserscheinung zu lösen, noch auch den Verlauf der Krankheit zu studieren, sondern es handelte sich für mich in erster Linie darum, gewisse Modifikationen zu bestimmen, welche durch die Krankheit hervorgerufen werden. Es waren dies vornehmlich einerseits die eingetretenen Veränderungen im histologischen Charakter (die Verhältnisse des Korkgewebes), andererseits die entstandenen Veränderungen in den chemischen Verhältnissen des befallenen Organismus.

Diese Faktoren, allerdings auch in den Knollen gesunder Pflanzen sowie auch in Pflanzen, welche von der Krankheit nur zum Teile befallen worden waren, parallel sicherzustellen, war notwendig, um auf diese Weise die betreffenden, mit der Krankheit zusammenhängenden Modifikationen zu finden. Durch die Untersuchung in dieser Richtung wurde gleichzeitig die Möglichkeit geboten, die Frage der Resistenz der Kartoffel gegen die gedachte Krankheit zu lösen. Im Verlaufe der Untersuchung einer ganzen Reihe der verschiedensten Sorten von Kartoffeln aus verschiedenen Gegenden habe ich Gelegenheit gehabt, zu erkennen, daß die Kartoffelsorten sehr ungleich von der betreffenden Krankheit befallen werden, sowie, daß bezüglich derselben Kartoffelsorte die Grade der Invasion sehr wesentlich verschieden sind. Welche Faktoren es sind und inwiefern dieselben von der Varietätsstufe, eventuell in welchem Maße dieselben von den Existenzbedingungen der Pflanze abhängig sind bei der Ungleichheit der Invasion bei derselben Varietät, das sicherzustellen, ist gleichfalls Aufgabe dieser Arbeit. Da ich die durch die Krankheit in dem Kartoffelknollen entstandene Modifikation feststellen wollte, dienten die Knollen befallener Pflanzen in verschiedenen Stadien der Krankheit, neben vollkommen gesunden Knollen, als Studienmaterial. Untersucht wurden Knollen, die vollständig entwickelt waren, und zwar einerseits sofort nach der Ernte, andererseits nach dem Überwintern.

#### Die anatomische Struktur des Korkgewebes der Kartoffelknollen.

Die Frage des Einflusses der anatomischen Struktur des Korkgewebes der Knollen (der Schale) beschäftigt schon lange viele Forscher.

So hat schon Sorauer<sup>1)</sup> 1877 verschiedene Kartoffelsorten einer mikrometrischen Messung unterzogen, um zu erforschen, welchen Einfluß die verschiedenen Methoden der Züchtung auf die Entwicklung der Schale haben. Unter seinen Beobachtungen muß auch die Entdeckung hervorgehoben werden, daß erkrankte Knollen eine etwas dünnere Schale haben, (102  $\mu$  weiße Sorten,

<sup>1)</sup> Sorauer, P., Anatomie und Entwicklung der Kartoffelknolle.

134 rote Sorten), als gesunde Knollen (106 weiße, 137  $\mu$  rote Sorten). Auch den bei weißen Sorten beobachteten größeren Prozentsatz angesteckter Knollen erklärt Sorauer durch die schwächere Schale dieser Knollen. Diese Beobachtungen Sorauers wurden jedoch wenig bekannt, denn noch im Jahre 1878 veröffentlicht Pringsheim<sup>1)</sup> den 4. „Bericht der Zentralkommission für agrikulturchemisches Versuchswesen“, ohne ihrer Erwähnung zu tun. Dagegen erstattet er Bericht über die Arbeit von Rees<sup>2)</sup> und Bretschneider<sup>3)</sup>, welche der Dicke der Knollen keine entscheidende Bedeutung beimessen. Rees hält dafür, daß das Inklinieren einer bestimmten Sorte zur Infektion sich auf den morphologischen Charakter der Schale und die Tiefe der Augen gründete. Auf einer rauhen Schale und in tiefen Augen können Pilzsporen leichter haften bleiben. Bretschneider fand durch Messungen der Schalendicke verschiedener Sorten, daß Sorten mit starker Schale ebenso leicht durch *Phytophthora* sich infizieren lassen, als solche mit dünner Schale. Vilikovský<sup>4)</sup>, welcher die morphologischen und chemischen Eigenschaften der Kartoffelknolle studiert hat, hat festgestellt, daß Sorten mit dünner Schale leichter der Fäulnis unterworfen sind, als Sorten mit starker Schale. Kreitz<sup>5)</sup> konstatierte, daß die Schale der einzelnen Sorten nicht konstant, sondern bedingt ist durch den Standort und die Witterungsverhältnisse. Dabei verfolgte Verf. auch die Eigenschaften der Schale bei Einwirkung verschiedener Nährstoffe, und stellte fest, daß Kainit, Kochsalz und Chilisalpeter auf die Entwicklung der Schale ungünstig einwirken, während Superphosphat in dieser Hinsicht günstiger wirkt. Aus den Resultaten der Arbeit von Kreitz geht weiter hervor, daß die Schale der Kartoffel weit veränderlicher ist, als man bisher vermutete. Die Schwankungen sind hier so groß, daß eine ganze Reihe von Sorten einmal den dünnchaligen, das anderemal den dickschaligen Kartoffeln zugezählt werden muß. Die Invasion durch *Phytophthora* hängt jedoch nicht von der schwächeren oder stärkeren Schalenbildung ab. Dieses Faktum bestätigen auch die Erfahrungen mit den Daberschen Kartoffeln, welche, obwohl sie eine starke Schale haben, ungewöhnlich stark durch *Phytophthora* leiden.

Einige Versuche, welche teils mit Daberschen Kartoffeln, die gegen Bakteriose sehr resistent sind, teils mit der Sorte Apollo, welche demgegenüber für diese Krankheit sehr inklinieren, durchgeführt wurden, zeigten, daß die Fähigkeit der Regeneration der Schale bei größerer oder geringerer Infektionsmöglichkeit durch Bakterien hier offenkundig eine Rolle zu spielen vermag, und daß zwischen dieser Fähigkeit der Regeneration und der Dicke der Schale eine gewisse Korrelation besteht. Während nämlich bei Daberschen Kartoffeln an verletzten Stellen sich schon nach 6 Stunden eine Vernarbung durch Bildung von Korkgewebe einstellt, und dadurch der Zutritt von Bakterien verhindert wird, tritt dieser Prozeß an der dünnchaligen Kartoffel Apollo erst nach 36 bis 48 Stunden ein. Während dieser Zeit ist es den Bakterien allerdings möglich, insbesondere dem *Bacillus Phytophthorus*, das unter der Wunde liegende Gewebe zu attackieren und in Zersetzung überzuführen.

Auch bei meinen Studien habe ich es für empfehlenswert gehalten, auf die anatomischen Verhältnisse der äußeren Zellschicht der Knollen Rücksicht zu nehmen und festzustellen, wie sie bei einem bestimmten Grade des Befalles der Knollen durch Bakteriose gestaltet sind, eventuell ob nicht die Verhältnisse der Knollenschale mit der Sorte der Kartoffel im Zusammenhange stehen. Die junge Kartoffelknolle ist außen von einer Oberhaut umgeben, welche sich später, beim Ausreifen der Knolle, abschält; unter der

<sup>1)</sup> Pringsheim, N., Über die Kartoffelkrankheit. (4. Ber. d. Zentralkomm. f. d. agrik.-chem. Versuchswes.; Landw. Jahrb. Bd. 5. 1876.)

<sup>2)</sup> Rees, M., Einige Mitteilungen über die Kartoffelkrankheit. Untersuchungen über die Bedingungen der Infektion der Knolle durch die Konidien der *Peronospora*. (Zeitschr. d. l. E. f. d. Prov. Sachs. 1872.)

<sup>3)</sup> Bretschneider, 4. Ber. d. Zentralkomm. f. d. agrik.-chem. Versuchswes.; Landw. Jahrb. Bd. 5. 1876.)

<sup>4)</sup> Vilikovský, V., Příspěvek k poznání chemického složení hlízy bramborové. (Zpráva hospodářsko-botan. vyzkumné stanice v Táboře. č. 48. 1904.)

<sup>5)</sup> Kreitz, W., Untersuchung über die Schale verschiedener Kartoffelsorten und ihre Beeinflussung durch Bodenverhältnisse, Feuchtigkeit und Düngung. (Arb. a. d. Kaiserl. Biolog. Anst. f. Land- u. Forstw. Bd. 6. 1908. S. 2—27.)

Oberhaut ist eine Rinde gelagert, deren äußerste Schichten verkorken. Die Korkschiebt bildet die sogenannte Schale der Knolle.

Tabelle 1.  
Anatomische Eigenschaften der Schale.

Sorte	befallen %	Zahl der Korkzellen- reihen	Durch- schnitt	Schalendicke in $\mu$	Durch- schnitt
Up to date . . . . .	0	13,1	10,4	258,5	185,9
Pojata . . . . .		12,5		252,0	
Magnum bonum . . . . .		12,2		220,6	
Zlocien . . . . .		11,6		212,2	
Alma . . . . .		12,0		200,0	
Prof. Wohltmann . . . . .		10,3		187,5	
Jubel . . . . .		8,1		184,5	
Prof. Wohltmann . . . . .		11,7		167,5	
Silesia . . . . .		9,9		165,0	
Industrie . . . . .		8,7		163,0	
Ordon . . . . .	5	8,0	10,2	123,0	165,5
Nilsson . . . . .		7,1		97,3	
Astra . . . . .		12,8		250,0	
St. Wenzels-Kartoffel . . . . .		11,2		172,5	
Ceres . . . . .		9,6		146,2	
Prof. Wohltmann . . . . .	15—20	8,9	9,1	142,0	146,2
Switez . . . . .		8,7		116,7	
Up to date . . . . .		12,0		205,0	
Znič . . . . .		7,2		158,6	
Prof. Wohltmann . . . . .		8,4		143,5	
Jubel . . . . .	50	8,7	7,9	142,8	123,0
Zlocien . . . . .		9,3		121,0	
Prof. Wohltmann . . . . .		8,9		182,5	
Kronen-Kartoffel . . . . .		9,8		181,5	
Ceres . . . . .		8,5		136,3	
Switez . . . . .	90	7,0	7,8	116,8	130,3
Ordon . . . . .		7,2		112,0	
Flocken-Kartoffel . . . . .		5,8		98,7	
Ceres . . . . .		9,3		165,0	
Industrie . . . . .		8,2		168,1	
Prof. Wohltmann . . . . .	100	8,1	7,5	135,4	116,9
Switez . . . . .		7,1		118,4	
Ceres . . . . .		7,5		129,5	
Meta . . . . .		7,0		108,2	
Topor . . . . .		7,1		97,6	
Prof. Wohltmann . . . . .	100	9,8	7,5	165,3	116,9
Industrie . . . . .		7,9		160,4	
Petronius . . . . .		9,0		135,0	
Blauaugen-Kartoffel . . . . .		8,8		133,5	
Welteroberer . . . . .		7,3		118,0	
Ordon . . . . .		7,4		117,6	
Böhmers Erfolg . . . . .		6,2		98,8	
Jubel . . . . .		6,1		98,0	
Nilsson . . . . .		6,2		79,0	
Prof. Wohltmann . . . . .		6,0		63,5	

Die Zellen der Korkschicht vermehren sich von der Innenseite der Knolle her, aus der Schicht der Kambialzellen, die unter ihnen liegen, einem teilbaren Gewebe, das keine Stärke enthält. Im Kambialgewebe sind die Gefäßbündel gelagert; unter dem Kambium liegt dann das parenchymatische Gewebe, welches das sogenannte Mark bildet. Die Dicke der Schale wurde mikrometrisch an Schnitten gemessen, welche teils mit der Hand, von entsprechend gehärteten Objekten, teils mit Hilfe des Mikrotoms, von in Paraffin eingebetteten Objekten hergestellt wurden. Um die Korkschicht von dem nicht verkorkten Gewebe unterscheiden zu können, wurden die Schnitte mit Ammoniak-Gentianviolett gefärbt, deren verkorkte Zellen sich intensiv blau färbten. Gemessen wurde der Teil am Nabel der Knolle; wie sichergestellt wurde, ist die Schale an dieser Stelle nicht nur am dünnsten, sondern auch proportional am gleichmäßigsten.

Aus Tabelle I geht auf den ersten Blick hervor, daß die nicht befallenen Kartoffelknollen eine dünnere Schale aufweisen, als die Knollen, die an der Krankheit leiden. Je mehr letztere dadurch leiden, desto mehr verlieren die Knollen verhältnismäßig an der Dicke ihrer Schalen.

Außerdem ist wahrzunehmen, daß bestimmte Sorten, an welchen ein stärkeres Befallenwerden überhaupt nicht zu beobachten ist, wie an den Sorten *Pojata*, *Magnum bonum*, *Up to date* und *Almaan*, an ihren Knollen eine sehr starke Schale entwickeln, während andere Sorten, welche durchwegs von der Krankheit sehr stark befallen waren, eine dünne Schale besitzen, wie beispielsweise die Sorten *Meta*, *Topor*, *Petronius*, *Böhm. Erfolg* und *Welteroberer*. Daß die Stärkeverhältnisse der Schale unbedingt im Zusammenhang mit der Kartoffelsorte stehen, läßt sich nicht behaupten, denn dieselben Sorten zeigen eine sehr verschiedene Dicke des verkorkten Gewebes. (Z. B. Prof. Wohltmann, nicht befallen, 187,5, 167,5; von 5 Proz. befallen: 142,0; von 15—20 Proz. befallen: 143,5; von 50 Proz. befallen: 182,5; von 90 Proz. befallen: 135,4; von 100 Proz. befallen: 165,3, 63,5; *Jubel*, nicht befallen: 184,5; von 15—20 Proz. befallen: 142,8; von 100 Proz. befallen: 98,0). Dafür ist ganz gut zu ersehen, wie auch in solchen Fällen bei ein und derselben Sorte die Analogie zwischen der Dicke der Korkschicht und dem Grade des Befalles auftritt (Prof. Wohltmann, *Jubel*, *Nilsson*, *Zlocien*). Auch die Schichten der Korkzellen sind verhältnismäßig zahlreicher in gesunden Knollen.

Es ist nun die Frage zu beantworten, in welchen Zusammenhang diese anatomischen Verhältnisse mit dem Gesundheitsgrade der Knolle zu bringen sind? In erster Reihe ließe sich schließen, daß die mächtigere Korkschicht dem Knollenfleische einen größeren Schutz gegen die Invasion durch Bakterien verleiht, eventuell daß die erhöhte Fähigkeit, ein Korkschutzgewebe an den verletzten Stellen zu bilden, eine solche Invasion verhindert. Es ist hier aber auch eine andere Auslegung möglich: Durch die Eigenschaft der Korkzellschicht, als Teil eines Organes, wird die Entwicklung des ganzen Organismus charakterisiert. Auf Grund der stärker ausgebildeten Schale läßt sich auf einen gleichen Aufbau der übrigen Teile schließen, auf einen kräftigen und resistenten Organismus, ohne daß die Resistenz direkt oder ausschließlich von der Korkschicht der Knolle, als eines mechanischen Gewebes, abhängig zu sein braucht.

### Die chemische Zusammensetzung der gesunden und kranken Knollen.

Neben der Bestimmung und Vergleichung der anatomischen Verhältnisse in Knollen, welche in verschiedener Weise von der Krankheit befallen waren, empfahl es sich, auch die Veränderungen kennen zu lernen, welche durch die Bakterieninvasion in der Kartoffelknolle in chemischer Beziehung entstanden waren. Während durch die Bestimmung der anatomischen Verhältnisse die individuellen Eigenschaften der Knolle, resp. der Pflanze sichergestellt wurden, von welcher eventuell das Stadium der Krankheit abhängig sein konnte, bezogen sich die Beobachtungen der chemischen Zusammensetzung nicht nur auf die ursprünglichen Eigenschaften der Pflanze, sondern auch, nebenbei, auf Verhältnisse, welche erst durch den Einfluß der Krankheit entstanden sind.

### Der Wassergehalt.

Der Wassergehalt im Pflanzenkörper ist für die Resistenz desselben ein sehr bedeutungsvoller Faktor.

Für die Entwicklung der Mehrzahl der krankheitserregenden Pilze und Bakterien bildet nicht nur ein bedeutender Wassergehalt in der Luft und im Boden einen günstigen Faktor, sondern auch in der Pflanze selbst, wo er zu stärkerer Entfaltung der Krankheit beiträgt; nur in wenigen Fällen wurde das Gegenteil der angeführten Verhältnisse beobachtet. So wurde z. B. sichergestellt<sup>1)</sup>, daß die Wurzel der Zuckerrübe, welche an Rüben-Schwartzfäule litt, weniger Wasser enthält als die Wurzel der gesunden Rübe. Dieses Symptom läßt sich mit der Beobachtung S o r a u e r s<sup>2)</sup> in Zusammenhang bringen, welcher zufolge das Auftreten der angeführten Krankheit der Zuckerrübe dem Mangel an Wasser im Boden zuzuschreiben ist.

Bei meinen Studien handelte es sich mir sowohl um die Bestimmung des Wassergehaltes in nicht befallenen Knollen, als auch der Kartoffeln, welche an der Krankheit litten, um möglicherweise aus dem Resultate auf die Beziehungen des Wassergehaltes zur Krankheit einen Schluß ziehen zu können, andererseits um die Bestimmung des Wassergehaltes in den befallenen Knollen, um sicherzustellen, wie sich die krankheitserregenden Mikroorganismen zum Wassergehalte verhalten (siehe Tabelle II).

Was die bisher von der Krankheit nicht befallenen Knollen anbelangt, so wurde gefunden, daß nur Knollen einzelner Sorten, Zlocien, Nilsson, Industrie, welche durch Bakteriose überhaupt nicht gelitten haben, mehr Wasser enthalten als Knollen, die durch Bakteriose zu leiden haben. In den Knollen der Mehrheit der resistenten Sorten wurde ein verhältnismäßig geringerer Wassergehalt sichergestellt, als in jenen der Sorten, die zur Erkrankung inklinierten.

Diese Analysen beziehen sich durchaus auf Knollen, welche von der Krankheit bisher nicht befallen worden waren, also auf selbst unter den befallenen Kartoffeln bisher gesund gebliebene Knollen. Auch bezüglich der Kartoffeln von ungleicher Resistenz, welche jedoch derselben Sorte angehörten, war es möglich, festzustellen, daß der höhere Wassergehalt

<sup>1)</sup> Bodnár, J., Biochemische Untersuchung der Rübenschwanzfäule der Zuckerrübe. (Biochem. Zeitschr. Bd. 69. 245—256.)

<sup>2)</sup> Sorauer, P., Handb. d. Pflanzenkrankh. Bd. 1. S. 691; Bd. 2. S. 44.)

in den Knollen mit einer gesteigerten Infektion verknüpft ist (Jubel, Prof. Wohltmann, Ceres, Ordon).

Ganz veränderte Verhältnisse treten jedoch ein, sobald die Pflanze von der Krankheit befallen wird. Bei Gegenwart der Krankheit erhöht sich die Trockensubstanz sehr merklich in den einzelnen Knollen, und zwar um so mehr, je heftiger sich die Krankheit äußert (Tab. II u. III).

Es tritt da eine Austrocknung der Knollen ein, welche durch die Krankheit, resp. durch die krankheitserregenden Keime, hervorgerufen wird. Daß

Tabelle II.  
Überwinterte Knollen.

Sorte	Grad der Affektion %	Trockensubstanz in %			
		der nicht affizierten Knollen	Durchschnitt	der affizierten Knollen	Durchschnitt
Zlocien . . . . .	0	18,60	23,58		
Prof. Nilsson . . . . .		20,39			
Industrie . . . . .		21,06			
Blauaugen-Kartoffel . . . . .		22,10			
Johanni-Kartoffel . . . . .		23,79			
Magnum bonum . . . . .		24,67			
Prof. Wohltmann . . . . .		25,23			
Prof. Wohltmann . . . . .		26,10			
Jubel . . . . .		26,29			
Alma . . . . .		27,59			
St. Wenzels-Kartoffel . . . . .	5	21,21	23,77	22,80	25,46
Astra . . . . .		23,08		24,97	
Switez . . . . .		24,97		26,58	
Ceres . . . . .		25,83		27,47	
Znič . . . . .	15	24,09	24,72	26,32	27,84
Jubel . . . . .		23,94		26,02	
Up to date . . . . .		24,57		27,73	
Prof. Wohltmann . . . . .		26,30		31,28	
Prof. Wohltmann . . . . .	25	21,76	23,82	26,06	29,92
Ceres . . . . .		25,33		30,78	
Ordon . . . . .		24,06		31,64	
Industrie . . . . .		24,12		31,20	
Kronen-Kartoffel . . . . .	50	21,81	23,14	27,12	30,28
Oordon . . . . .		23,03		30,94	
Prof. Wohltmann . . . . .		24,82		31,19	
Ceres . . . . .		22,91		31,86	
Industrie . . . . .	90	23,19	22,08	31,60	29,72
Prof. Wohltmann . . . . .		20,38		28,01	
Topor . . . . .		22,83		29,78	
Ceres . . . . .		21,91		29,50	
Industrie . . . . .	100			24,51	29,36
Petronius . . . . .				24,73	
Welteroberer . . . . .				28,31	
Blauaugen-Kartoffel . . . . .				31,72	
Böhmers Erfolg . . . . .				31,88	
Prof. Wohltmann . . . . .				32,15	
Prof. Wohltmann . . . . .				32,23	

Tabelle III.  
Knollen nach der Ernte.

Sorte	Gesunde		Sorte	Affizierte	
	Trocken- substanz in %	Durch- schnitt		Trocken- substanz in %	Durch- schnitt
Industrie . . . . .	19,32	23,08	Meta . . . . .	26,20	30,03
Galathea . . . . .	19,41		Ceres . . . . .	27,10	
Ordon . . . . .	19,80		Flocken-Kartoffel . . .	27,40	
Ordon . . . . .	21,06		Jubel . . . . .	28,50	
Pojata . . . . .	21,54		Ordon . . . . .	29,31	
Zlocien . . . . .	22,43		Ordon . . . . .	30,21	
Zlocien . . . . .	22,62		Ceres . . . . .	30,91	
Prof. Wohltmann . . .	23,50		Prof. Wohltmann . . .	31,50	
Silesia . . . . .	24,20		Ceres . . . . .	31,80	
Up to date . . . . .	24,60		Prof. Wohltmann . . .	31,88	
Pojata . . . . .	25,44		Prof. Wohltmann . . .	32,48	
Switez . . . . .	26,00		Nilsson . . . . .	33,09	
Gawronek . . . . .	26,50				
Pac . . . . .	26,70				

Tabelle IV.

Sorte	Teil des nicht- affiziert. Knollens	Teil des affi- zierten Knollens
	Trockensubstanz in %	Trockensubstanz in %
Prof. Wohltmann . . .	26,85	38,20
Ceres . . . . .	25,53	37,44
Industrie . . . . .	24,87	34,95
Böhm. Erfolg . . . .	28,86	37,29

dies wirklich der Fall ist, beweist die Analyse, durch welche die Trockensubstanz in den einzelnen Knollen, einerseits in dem von den Bakterien befallenen Teile, andererseits in der von ihnen verschönten Partie derselben, bestimmt ist (Tab. IV).

Aus diesen Analysen ersehen wir, daß in den von den Bakterien befallenen Knollen der nicht angegriffene Teil, verhältnismäßig den normalen Wassergehalt beibehält, während in dem befallenen Teile sich der Wassergehalt bedeutend verringert hat. Es tritt da jene Erscheinung auf, welche man allgemein als „Trockenfäule“ bezeichnet.

#### Die Azidität.

Bei Krankheiten, welche durch pflanzliche Organismen, insbesondere durch Bakterien, hervorgerufen werden, ist auch die Azidität des Zellsaftes ein wichtiger Maßstab der Resistenz. Für die Mehrzahl der Bakterien ist die saure Reaktion des Nährmediums ein Faktor, der die Entwicklung derselben hemmt, während es viele Arten gibt, welche die alkalische Reaktion nicht vertragen. Sonst wechselt im Verlaufe der Entwicklung der Bakterien die Reaktion durch die biologischen Prozesse sehr bedeutend. So hat K r a -

mer<sup>1)</sup> beim Studium des *Bacillus solaniperda*, welcher die Fäule der Kartoffelknollen hervorruft, gefunden, daß im ersten Stadium der Krankheit die Knollensäfte sauer reagieren; im Verlaufe des weiteren

Tabelle V.  
Überwinterte Knollen.

Sorte	Grad der Affektion %	Nicht affizierte Knollen				Affizierte Knollen			
		Azidität auf 100 g frischen Materials mg H-It.	Durchschnitt	Azidität auf 100 g Saft mg H-It.	Durchschnitt	Azidität auf 100 g frischen Materials mg H-It.	Durchschnitt	Azidität auf 100 g Saft mg H-It.	Durchschnitt
Prof. Wohltmann . . .	0	2,84	3,31	3,79	4,44				
Jubel . . . . .		2,84		3,85					
Alma . . . . .		2,84		3,92					
Blauaugen-Kartoffel . .		3,19		4,10					
Prof. Wohltmann . . .		3,19		4,31					
Johanni-Kartoffel . . .		3,55		4,64					
Zlocien . . . . .		3,90		4,79					
Nilsson . . . . .		3,90		4,90					
Industrie . . . . .		3,90		4,94					
Magnum bonum . . . .		3,90		5,17					
Switez . . . . .	5	2,84	3,28	3,78	4,29	2,84	3,55	3,84	4,75
Astra . . . . .		3,19		4,15		3,55		4,73	
Ceres . . . . .		3,19		4,30		3,55		4,89	
St. Wenzels-Kartoffel .		3,90		4,95		4,26		5,52	
Up to date . . . . .	15	3,19	3,55	4,22	4,71	3,19	3,75	4,41	5,17
Jubel . . . . .		3,55		4,67		3,55		4,80	
Prof. Wohltmann . . .		3,55		4,81		3,90		5,68	
Znič . . . . .		3,90		5,14		4,26		5,78	
Prof. Wohltmann . . .	25	2,13	2,49	2,72	3,29	2,13	2,84	2,88	4,12
Industrie . . . . .		2,13		2,81		2,84		4,13	
Ceres . . . . .		2,48		3,46		2,84		4,26	
Ordon . . . . .		3,19		4,20		3,55		5,19	
Prof. Wohltmann . . .	50	2,13	2,68	2,83	3,45	2,84	3,21	4,13	4,40
Ordon . . . . .		2,48		3,22		2,84		4,11	
Kronen-Kartoffel . . .		2,84		3,63		3,19		4,38	
Ceres . . . . .		3,19		4,14		3,55		5,21	
Ceres . . . . .	90	2,13	2,48	2,73	3,18	2,84	3,37	4,03	4,80
Industrie . . . . .		2,13		2,77		3,19		4,67	
Topor . . . . .		2,48		3,24		3,55		5,06	
Prof. Wohltmann . . .		3,19		4,00		3,90		5,42	
Industrie . . . . .	100					2,84	3,69	3,76	5,20
Welterorberer . . . .						3,19		4,45	
Prof. Wehlmann . . . .						3,19		4,71	
Prof. Wohltmann . . .						3,55		5,23	
Petronius . . . . .						4,26		5,66	
Blauaugen-Kartoffel . .						3,90		5,80	
Böhmers Erfolg . . . .						4,90		7,21	

<sup>1)</sup> K r a m e r, E., Bakteriologische Untersuchungen über die Naßfäule der Kartoffelknollen. (Österr. landw. Centralbl. Bd. 1. 1891. S. 11.)



Prozesses zersetzen sich die Eiweißstoffe, wobei sich Ammoniak, Methyl und Trimethylalkohol bilden. Wenn nun diese Basen durch die gebildete Buttersäure neutralisiert worden sind, gelangt die Fäule in das 2. Stadium, in welchem der Knollensaft alkalisch reagiert.

Bodnár<sup>1)</sup> stellte bei der biochemischen Untersuchung der Schwanzfäule der Zuckerrübe fest, daß die befallenen Wurzeln eine höhere Azidität aufwiesen als die gesunden Wurzeln.

Diese Erscheinung erklärt Verf. durch den Umstand, daß die von Bakterien gebildeten Enzyme Rohrzucker lösen, welcher Prozeß mit der Bildung von Säuren verknüpft ist.

Tabelle VI.  
Knollen nach der Ernte.

Sorte	Gesunde				Sorte	Affizierte			
	Azidität auf 100 g frischen Materials mg H-It.	Durchschnitt	Azidität auf 100 g Saft mg H-It.	Durchschnitt		Azidität auf 100 g frischen Materials mg H-It.	Durchschnitt	Azidität auf 100 g Saft mg H-It.	Durchschnitt
Gawronek . . .	2,13		2,86		Meta . . . . .	3,19		4,32	
Switez . . . .	2,13		2,88		Ceres . . . . .	3,55		4,87	
Ordon . . . . .	2,48		3,09		Flocken - Kartoffel . . . .	3,55		4,89	
Ordon . . . . .	2,48		3,14		Ceres . . . . .	3,55		5,14	
Pac . . . . .	2,48		3,38		Jubel . . . . .	3,90		5,45	
Industrie . . .	2,84		3,46		Ordon . . . . .	3,90		5,52	
Pojata . . . .	2,84		3,81		Ceres . . . . .	3,90	3,96	5,72	5,68
Galathea . . .	3,19	3,07	3,96	3,98	Ordon . . . . .	4,26		6,10	
Pojata . . . .	3,55		4,53		Prof. Wohltmann . . . .	4,26		6,31	
Zlocien . . . .	3,55		4,59		Nilsson . . . .	4,26		6,36	
Up to date . .	3,55		4,59		Prof. Wohltmann . . . .	4,61		6,73	
Zlocien . . . .	3,90		5,03		Prof. Wohltm. . . .	4,61		6,77	
Prof. Wohltmann . . . .	3,90		5,10						
Silesia . . . .	3,90		5,15						

Bei der Bestimmung der Azidität handelte es sich mir bloß um Vergleichswerte für die einzelnen Kartoffeln. Aus diesem Grunde bestimmte ich bloß die Azidität aus wäßrigen Extrakten der zerriebenen Kartoffelknollen. Wie ich mich durch Vergleichung der gefundenen Daten mit den Daten, die bei der Titration eines alkoholischen Extraktes gewonnen wurden, überzeugt habe, entspricht diese Art der Bestimmung der Azidität dem hier angedeuteten Zwecke vollkommen (siehe Tab. V u. VI).

Da die Azidität hauptsächlich an die Zellsäfte gebunden ist, wurden die Messungen auch auf die Menge des Wassers umgerechnet, nach der Formel:

$$A = \frac{a \cdot 100}{100 - T},$$

wobei  $a$  die festgestellte Azidität,  $T$  die Trockensubstanz, und  $A$  die Azidität des Saftes bedeutet. Die Messung der Azidität wurde einerseits in den

<sup>1)</sup> Bodnár, E., Biochemische Untersuchung der Rübenschwanzfäule der Zuckerrübe. (Biochem. Zeitschr. Bd. 69. 1915. S. 245—256.)

Knollen durchgeführt, welche knapp vorher geerntet worden waren, also im Herbst, andererseits an überwinterten Knollen, im Frühjahr. In beiden Fällen kam ich zu Resultaten, die vollkommen übereinstimmten. Soweit es sich um die Azidität sowohl der frischen Masse, als auch des Zellsaftes handelt, war es vor allem möglich, wahrzunehmen, daß Kartoffeln, welche von der Krankheit überhaupt nicht befallen worden waren, oder durch dieselbe wenig zu leiden hatten (bis 15 Proz.), bei Bestimmung der Säure in nicht befallenen Knollen eine größere Azidität aufwiesen, als Knollen, welche von der Krankheit in bedeutendem Maße betroffen worden waren (von 15 Proz. aufwärts). Daraus ist zu schließen, daß eine höhere Azidität der Knollen die Infektion verhindert. Was die Azidität der befallenen Knollen betrifft, so wurde festgestellt, daß der Saft der befallenen Knollen, verhältnismäßig, eine gleich hohe Azidität aufweist (Tab. VII).

Tabelle VII.

Sorte	Nicht affizierte Partie		Affizierte Partie	
	Azidität auf 100 g frischen Materials mg H-It.	Azidität auf 100 g Saftes mg H-It.	Azidität auf 100 g frischen Materials mg H-It.	Azidität auf 100 g Saftes mg H-It.
Prof. Wohltmann . . . . .	3,90	5,33	2,84	4,59
Ceres . . . . .	3,90	5,23	2,48	3,96
Industrie . . . . .	2,84	3,78	1,77	2,72
Böhmers Erfolg . . . . .	3,55	4,99	2,48	3,95

Durch Vergleichung der Azidität der nicht befallenen mit der Azidität der befallenen Partien einer und derselben Knolle läßt sich konstatieren, daß die befallene Partie gegenüber dem normalen Knollenzustande eine verringerte Azidität aufweist. Diese Erscheinung wäre vielleicht auf die Weise zu erklären möglich, daß auch hier, wie durch den Einfluß des erwähnten *Bac. solaniperda*, durch die bakterielle Tätigkeit bestimmte Basen entstehen, welche den Grad der Azidität reduzieren.

#### Bestimmung des Aschengehaltes.

Mangelhafte oder unzureichende Ernährung der Pflanzen bildet einen bedeutungsvollen phytopathogenen Faktor; die Entwicklung der Pflanzen ist abhängig von dem Vorrat der Nährstoffe im Boden, und jeder Mangel, bzw. Überschuß an Nährstoffen macht sich nicht nur im äußeren Habitus der Pflanze, sondern auch der Organe und speziell in der chemischen Zusammensetzung der Pflanze bemerkbar, welchem Faktor eine wichtige Aufgabe bei der Resistenz der Pflanzen gegen äußere Einflüsse zukommt. Es ist daher nötig, bei der Untersuchung der Ursache einer Krankheit auch die Frage der Ernährung der Pflanze in Erwägung zu ziehen und in dieser Richtung hin, die von Krankheit befallenen Pflanzen einer Untersuchung zu unterziehen, eventuell eine vergleichende Beobachtung mit einer gesunden Pflanze anzustellen.

Da die Ernährung der Pflanze sich genau im Verhältnisse der Stoffe widerspiegelt, die dieselbe in ihrem Körper enthält, so empfiehlt es sich, die Pflanze der chemischen Analyse zu unterziehen. Insofern es sich um die Aschenanalyse handelt, wurde dieselbe bei einigen Sorten durchgeführt, und zwar einerseits bei solchen Pflanzen, welche an keiner Krankheit litten, also resistent waren, andererseits bei stark befallenen Pflanzen.

Aus den gewonnenen Aschenanalysen einerseits gesunder, andererseits befallener Pflanzen erkennen wir zunächst, daß sich der Anteil, welchen das Kali einnimmt, durch einen ziemlich merklichen quantitativen Unterschied auszeichnet. Wenn wir insbesondere gesunde und befallene Knollen vergleichen, tritt diese Differenz deutlich zutage.

Es enthalten:

Prof. Wohltmann . . .	gesunde: 1,95, befallene: 1,76;
Blauaugen . . . . .	„ 2,32 „ 1,52;
Ordon . . . . .	„ 2,27, „ 1,79;

Die chemischen Analysen der Asche von Kartoffelknollen, die in der Literatur angeführt sind<sup>1)</sup>, geben für Kali 47—73% an, ein Anteil, der unter allen Nährstoffen, die in der Asche vertreten sind, nicht nur der größte ist, sondern auch durch seine Größe alle Anteile, die auf die übrigen Nährstoffe entfallen, weit überragt (Tab. VIII und IX bes. Bl.)

Tabelle VIII.

Chemische Zusammensetzung der nicht befallenen Knollen.

Sorte	Wohltmann	Industrie	Blauauge	Ordon	Magnum bonum	Durchschnitt
K <sub>2</sub> O . . . . .	1,95	1,82	2,32	2,27	1,86	2,04
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,53	0,87	0,29	0,45	0,13	0,46
CaO . . . . .	0,08	0,02	0,09	0,09	0,16	0,09
MgO . . . . .	0,25	0,20	0,18	0,21	0,24	0,20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,06	0,02	0,07	0,05	0,03	0,05
SO <sub>3</sub> . . . . .	0,28	0,16	0,22	0,24	0,31	0,24
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,55	0,39	0,69	0,70	1,14	0,65
Cl . . . . .	0,03	0,24	0,25	0,10	0,10	0,14
SiO <sub>2</sub> . . . . .	—	—	—	—	0,02	—
Reinasche . . .	3,80	3,72	4,16	4,11	4,19	4,00

Tabelle IX.

Chemische Zusammensetzung der befallenen Knollen.

Sorte	Wohltmann	Industrie	Blauauge	Ordon	Magnum bonum	Durchschnitt
K <sub>2</sub> O . . . . .	1,76	2,15	1,52	1,79	2,21	1,89
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,75	0,59	0,61	0,51	0,11	0,51
CaO . . . . .	0,09	0,08	0,08	0,07	0,01	0,07
MgO . . . . .	0,11	0,01	0,18	0,12	0,14	0,11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,02	0,08	0,02	0,03	0,01	0,03
SO <sub>3</sub> . . . . .	0,21	0,18	0,31	0,23	0,25	0,24
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,74	0,64	0,59	0,67	0,72	0,67
Cl . . . . .	0,03	0,23	0,04	0,15	0,11	0,11
SiO <sub>2</sub> . . . . .	—	—	—	—	0,02	—
Reinasche . . .	3,81	3,90	3,35	3,57	3,56	3,64

<sup>1)</sup> Wehmer, C., Die Pflanzenstoffe. 1911. S. 682.

Es geht daraus hervor, daß die Kartoffel unter allen Nährstoffen am meisten Kali verbraucht und dieser Nährstoff, neben dem Stickstoff, hier für das Ernteresultat von entscheidendem Einflusse ist. Das Kali ist ein biogenes Element, von dessen Anwesenheit und Menge, eventl. seinen Beziehungen zu anderen Nährstoffen, der Verlauf der Entwicklung der Kartoffel abhängt, in welcher man eine typische Kalipflanze erblicken muß.

Dem Kali mißt Stoklasa<sup>1)</sup> eine große physiologische Bedeutung bei, dessen ausgedehnte, in dieser Richtung ausgeführten Untersuchungen auf die Tatsache hinweisen, daß dem Kali in allen Stadien der Entwicklung der Zuckerrübe, dieser notorischen Kalipflanze, vom Erwachen des Keimlings im Samen der Rübe bis zur Beendigung der Vegetation der Pflanze eine hervorragende physiologische Aufgabe zugewiesen ist. Auf Grund zahlreicher Versuche beweist Verf., daß die Anwesenheit einer hinreichenden Menge von Kali für die günstige Entwicklung der Zuckerrübe unbedingt notwendig ist.

Stoklasa beweist weiter, daß dem Kali auch eine bedeutungsvolle Aufgabe bei der Bildung der Kohlehydrate und der Eiweißstoffe im Pflanzenkörper zukommt, welcher biochemischer Prozeß durch die Energie der Sonnenstrahlen ermöglicht wird. Analog wie zur Entwicklung der Zuckerrübe, verhält sich das Kali auch zur Entwicklung der Kartoffel, für welche dasselbe die gleiche physiologische Bedeutung hat, wie für die Zuckerrübe.

Schon aus diesen Tatsachen, welche den Beweis für die große Wichtigkeit des Kalis für die Pflanze liefern, läßt sich auf die Wirkung schließen, welchen der Mangel dieses unentbehrlichen Nährstoffes ausübt. Der Einfluß des Mangels an Kali im Boden äußert sich in der Regel sehr markant an den Pflanzen<sup>2)</sup>, insbesondere an denjenigen, welche Zucker und Stärke bilden, wie an der Rübe und den Kartoffeln, wurden charakteristische Erscheinungen festgestellt. Die neu sich bildenden Internodien sind kurz, die Blätter krümmen und rollen die Ränder gegen die Unterseite der Blattspreite, an den Blättern entwickeln sich gelbliche, rasch braun werdende, häufig auch bleich werdende Flecke. Auch eine Verkümmern einzelner Organe pflegt vorzukommen, ja oft verkümmert die Pflanze selbst und geht schließlich ein. Diese Erscheinungen müssen als ausgesprochen pathologische angesehen werden, welche an sich schon eine Krankheit bilden; daneben finden wir jedoch, daß der krankhafte Zustand, in welchen die Pflanze, infolge Mangels an Kali, gerät, eine bestimmte Disposition für andere Krankheiten hervorruft.

Die Untersuchungen Willfarths und Wimmers<sup>3)</sup>, welche sich mit der Frage befaßt haben, ob es möglich sei, sichere, äußere Merkmale an der Pflanze zu finden, welche auf den Mangel an Kali im Boden hinweisen würden, haben einige interessante Entdeckungen gebracht. Die genannten Verf. haben wahrgenommen, daß an Kalimangel leidende Pflanzen sehr leicht zur Wurzelfäule (der Zuckerrübe), bzw. Knollen (der Kartoffeln) neigen, und daß überhaupt alle Pflanzen, welche Mangel an einem, wie immer gearteten, Nährstoffe leiden, tierischen oder pflanzlichen Parasiten weniger Widerstand zu leisten vermögen.

Ebenso hat Feilitzen<sup>4)</sup> gefunden, daß das Entengras infolge Mangels an Kali im Boden dem Befallenwerden seitens eines Schmarotzerpilzes zugänglich gemacht wird.

Russel<sup>5)</sup> führt an, daß verschiedene Kulturen in Rothamsted, welche Kalimangel litten, in bedeutendem Maße von Schmarotzern befallen worden waren; so litten Weizen durch Rost, die Blätter der Zuckerrübe durch den Pilz *Uromyces betae* und verschiedene Gräser durch zahlreiche, schmarotzende Pilze, während die umgebenden Kulturen, welchen eine genügende Kaligabe zuteil wurde, wiewohl sie von den gleichen Parasiten bedroht waren, vollkommen gesund blieben. Bei der Kultur von Paradiesäpfeln, welche von verschiedenen Pilzen und Nematoden zu leiden hatten, wurde konstatiert, daß sich die Schäden in bedeutendem Maße milderten, wenn die Pflanzen mit Kalisalzen gedüngt wurden.

<sup>1)</sup> Stoklasa, J., u. Matoušek, A., Beiträge zur Kenntnis der Ernährung der Zuckerrübe. Jena (G. Fischer) 1916.

<sup>2)</sup> Sorauer, P., Handbuch d. Pflanzenkrankh. Bd. 1. S. 300. (Nährstoffmangel-Erscheinungen unserer Kulturpflanzen). Herausgeg. v. Kalisyndikat. 1914.

<sup>3)</sup> Willfarth, H. W., u. Wimmer, G., Die Kennzeichen des Kalimangels an den Blättern der Pflanzen. (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 1903. S. 82.)

<sup>4)</sup> Feilitzen, Wie zeigt sich der Kalimangel bei Klee und Timotheegrass? (Mitt. d. Ver. z. Förd. d. Moorkult. 1914. S. 41.)

<sup>5)</sup> Russel, E. J., Boden und Pflanze. 1914. S. 54.

Seelhorst<sup>1)</sup>, welcher den Einfluß des unzureichenden Vorhandenseins von Kali auf Zwergbohnen beobachtete, stellte fest, daß Pflanzen, welche Mangel an Kali leiden, bei weitem mehr von der Blattlaus befallen werden, als solche, welche mit Kali gedüngt wurden.

Zu den hier genannten Fällen kann man kühn die Erscheinung des physiologischen Einflusses des Kalis im Körper auf die Resistenz der Kartoffel reihen.

Neben dem auf das Kali entfallenden Anteile zeigt sich ein beträchtlicher Unterschied im Gehalt an Magnesia, und zwar wurde bei nicht befallenen Knollen eine größere Menge des Nährstoffes als in befallenen Knollen sichergestellt, so daß die durchschnittliche Ziffer des MgO-Gehaltes bei nicht befallenen zweimal so groß ist als bei befallenen Knollen.

Ebenso wie das Kali ist auch die Magnesia ein unentbehrlicher Nährstoff für die Pflanze. Die allgemeine Bedeutung der Magnesia für den pflanzlichen Organismus beruht offenbar darin, daß sie sich in Verbindung mit der Phosphorsäure am chemischen Aufbau der Eiweißstoffe und des Chlorophylls beteiligt. Wie aus den Versuchen hervorgeht, welche an unserer Landwirtschaftlich-Physiologischen Versuchsstation durchgeführt worden sind, unterstützt die Gegenwart von Magnesia einerseits die Resorption der Phosphationen aus dem Boden in ungewöhnlichem Maße, andererseits trägt sie zu einer erhöhten Resorption des Kalkes durch die Wurzeln der Kulturpflanzen bei, was übrigens aus den Arbeiten Loews<sup>2)</sup> als bekannte Tatsache gilt. Die Bedeutung der MgO für das Leben der Pflanzen ist aus den namhaften Mengen dieses Nährstoffes, welche alljährlich durch die Ernte dem Boden entzogen werden, ersichtlich.

Durch die Versuche in Lauchstädt<sup>3)</sup> 1905—1907 wurde der Verbrauch an Magnesia pr. Ha. wie folgt festgestellt:

Für Gerste . . . . .	10,86 kg
„ Roggen . . . . .	11,16 „
„ Hafer . . . . .	16,56 „
„ Weizen . . . . .	17,52 „
„ Erbsen . . . . .	20,80 „
„ Raps . . . . .	27,37 „
„ Kartoffel . . . . .	27,39 „
„ Luzerne . . . . .	28,00 „
„ Zuckerrübe . . . . .	56,08 „

Es ist ersichtlich, daß, soweit es sich um den Verbrauch von Magnesia handelt, die Kartoffel unter die Pflanzen gehört, welche eine bedeutendere Menge dieses Nährstoffes erfordern.

Daß die Magnesia tatsächlich eine große ökonomische Bedeutung für die Kartoffelzucht besitzt, beweist am besten der Umstand, daß sich in Holland die Mehrzahl der

<sup>1)</sup> Seelhorst, v., Die durch Kalimangel bei Vietsbohnen, *Phaseolus vulgaris nanus*, hervorgerufenen Erscheinungen. (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 16. S. 2—5.)

Stoklasa, J., Šebor, J., u. Senft, E., Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung des Chlorophylls. (Beihefte z. Botan. Centralbl. Abt. I. Bd. 30. 1913.)

Stoklasa, J., Biochemischer Kreislauf des Phosphat-Ions im Boden. Jena (G. Fischer) 1911.

<sup>2)</sup> Loew, O., Über die physiologischen Funktionen der Calcium- und Magnesiumsalze im Pflanzenorganismus. (Flora. 1892; Landw. Jahrb. 1902, 1903, 1905, 1906, 1910, 1912 u. 1914.)

<sup>3)</sup> Mayer, D., Die Kalk- u. Magnesiadüngung.

Landwirte entschlossen hat, auf Grund der gewonnenen Erfahrungen, für die Kartoffelkultur das sog. Patent-Kali-Magnesia (Schwefelsaure Kali-Magnesia), ein Kalidüngemittel, 13 Proz. MgO enthaltend, zu verwenden.

Holland bedarf zur Düngung seiner Böden eine bedeutende Menge von Kalisalzen. So verbrauchte es im letzten Jahre vor Kriegsausbruch, d. i. 1913: 236 926 000 kg dieser Salze, enthaltend 43 478 000 kg reinen Kalis. Jedem, der sich für die Frage der künstlichen Düngung interessiert, muß der Umstand auffallen, daß in Holland Kali enthaltende Stoffe als Düngemittel verwendet werden, welche in anderen Ländern, Amerika ausgenommen, sozusagen unbekannt sind. Dabei drängt sich die Frage auf, wie wir uns diese Eigentümlichkeit erklären sollen. Die rationelle Verwendung künstlicher Düngemittel in Holland wurde zuerst auf den Moorböden im Gebiete von Groningen eingeführt. In diesem Gebiet erblühte schon vom Jahre 1866 ab eine Industrie zur Erzeugung von Kartoffelmehl und mit derselben eine sehr ausgedehnte Kartoffelkultur. An vielen Stellen dieses Gebiets werden diese landwirtschaftlichen Produkte auf einem ganzen Drittel, ja manchenorts auf mehr als der Hälfte des Ackerbodens gebaut. In diesen Distrikten wird bereits ausschließlich mit künstlichen Düngemitteln gedüngt, da hier an natürlichen Düngemitteln, infolge schwacher Viehzucht, Mangel herrscht. Es ist begreiflich, daß, wie überall, bei Verwendung von konzentrierten Düngemitteln auch hier viele Fehler gemacht wurden, und ebenso bei der Verwendung der Kalidüngemittel; insbesondere bei derjenigen des Kainits zur Kartoffeldüngung wurden wenig befriedigende Resultate erzielt. Bei der für Industriezwecke bestimmten Kartoffel lag daran, große Erträge mit hohem Stärkegehalt zu erzielen. Bei Verwendung von Kainit für dieses landwirtschaftliche Produkt kam es gerade damals bezüglich des Stärkegehalts zu vielfachen Enttäuschungen. Es wurde nämlich mit viel zu großen Gaben von Kainit gedüngt, dessen Chlorgehalt eine Herabsetzung des Stärkegehaltes hervorrief. Nach diesen ungünstigen Erfahrungen mit dem Kainit kam es an vielen Orten zu vergleichenden Kartoffeldüngungsversuchen mit verschiedenen, Kali enthaltenden Düngemitteln, insbesondere mit Kainit, Patent Kali-Magnesia-Salz (Schwefelsaure Kali-Magnesia) und Chlorkalium, durch welche festgestellt wurde, daß sowohl Kainit als auch Chlorkalium, im Hinblick auf die Stärkeproduktion von schwefelsaurer Kali-Magnesia in den Hintergrund gedrängt werden. Aus diesen vergleichenden Versuchen und der Enttäuschung, welche die Landwirte auf den Moorböden Groningens erlebt haben, ging ein wahrer Schrecken vor dem Chlor hervor. Man erkannte auch, daß in verschiedenen Fällen Kalidüngemittel, welche Chlor enthielten, sehr schlecht wirkten und eine Massenerkrankung der Kartoffel hervorriefen.

Der Landwirt hatte zu wählen zwischen Kainit, Chlorkali und Patent-Kali-Magnesia. Das 40 proz. Kalisalz wurde in Holland erst in den letzten Jahren eingeführt. Es ist natürlich, daß, insbesondere aus Furcht vor der ungünstigen Wirkung des Chlors, sich derselbe für die Patent-Kali-Magnesia entschied. Dieser Düngestoff hat sich in Holland für die Kartoffelkultur ungewöhnlich bewährt und seine günstigen Wirkungen wurden einzig und allein dem Umstande zugeschrieben, daß derselbe frei von schädlichem Chlor gewesen ist.

Ob der zweite Bestandteil dieses Düngestoffes, die Magnesia, von welcher in dem Kali-Magnesia-Patentsalze 13 Proz. enthalten sind, keinen Anteil an dem Gedeihen der Kultur hat, wurde nicht untersucht.

Nur Sjollem a<sup>1)</sup> stellte fest, daß durch die Düngung mit schwefelsaurem Kali, resp. Patent-Kali-Magnesia, das er für Böden, welche er zur Kartoffelkultur verwendete, die Kalidüngung auf den Stärkegehalt eher einen günstigen, als schädlichen Einfluß hatte. Schwefelsaure Magnesia und schwefelsaures Natron wirkten in keiner Weise ungünstig; im Gegenteil, die mit diesen Stoffen erzielten Resultate weisen darauf hin, daß diese Salze sowohl den Ertrag, als auch den Stärkegehalt erhöhen.

Es ist wahrscheinlich, daß die Magnesia für das Wachstum und die Entwicklung der Kartoffel eine große Bedeutung hat; ihre Wichtigkeit äußert sich nicht nur in dem Einflusse auf die Bildung der Stärke, sondern auch in der sichtlichen Einwirkung derselben auf die Resistenz des Pflanzenkörpers.

Die hochbedeutsame Tätigkeit des Kalium- und Magnesium-Ions zeigt sich in der Intensität der Dissimilationsprozesse. Wie durch die nach der Methode Stoklasas<sup>2)</sup> auf unserer Station durchgeführten Versuche festgestellt wurde, atmen

<sup>1)</sup> Sjollem a, B., Düngungsversuche mit Kartoffeln. (Journ. f. Landwirtsch. Jahrg. 47. 1899.)

<sup>2)</sup> Stoklasa, J., Jelínek, J., u. Víték, E., Der Anaerobe Stoffwechsel der höheren Pflanzen und seine Beziehung zur alkoholischen Gährung.

die Kartoffeln, welche eine größere Menge Kalium-Ionen und Magnesium-Ionen enthalten, weit stärker und kräftiger, als Kartoffeln, welche arm an diesen Elementen sind.

Durchschnittliche Menge ausgeatmeten  $\text{CO}_2$  aus 100 g Kartoffelknollen, auf Trockensubstanz berechnet, innerhalb 200 Stunden in g, bei aërober Atmung, bei gleichmäßigem Strome 1 l atmosphärischer, kohlensäurefreier Luft, innerhalb 1 Stunde. Temperatur 20° C.

Kartoffelknollen	$\text{K}_2\text{O}$ -Gehalt in d. Trockens. %	Ausgeatmete $\text{C}_2\text{O}$ -Menge g
aus kalireichem Boden	0,85	4,237
aus kaliarmem Boden	0,53	3,584

Diese Versuche ergeben, daß das Kalium-Ion für die Mechanik der physiologischen Verbrennung, also für den Stoffwechsel in seinem Verlaufe innerhalb der Zellen, ein unentbehrliches Element ist.

Diese Erscheinung hat eine ungewöhnliche Bedeutung für die Resistenz der Kartoffeln gegenüber der Infektion verschiedener parasitärer Pilze, denn es hat sich gezeigt, daß gerade die energische Atmung das Lebensziel der pflanzlichen Organe festigt.

Darüber belehrte mich ein Versuch mit einer Kartoffelkultur auf einem Boden, der nicht gleichmäßig mit Kali versehen war:

Parzelle I war gedüngt (berechnet auf 1 ha) mit: 200 kg schwefelsaurem Ammoniak, enthaltend 20,6 Proz. Stickstoff, 300 kg Superphosphat, enthaltend 17,4 Proz. wasserlös.  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 500 kg Kainit; dieser wurde schon im Monate Februar ausgestreut, damit das Chlor möglichst ausgelaugt werde.

Parzelle II erhielt bloß eine Düngung von 200 kg schwefelsauren Ammoniaks und 300 kg Superphosphat; mit Kainit wurde da nicht gedüngt.

Die Versuche wurden auf einem Urgebirgsboden durchgeführt, der nur Spuren von in schwachen Säuren löslicher Magnesia (2 proz. Essigsäure) enthielt. Bei der Einmietung der Kartoffeln der betreffenden Parzelle und der Infektion derselben durch Kulturen der unten angeführten Mikroorganismen wurde sichergestellt, daß die Kartoffeln von der Parzelle I befallen wurden: Zu 5 Proz. von *Phytophthora*, zu 2 Proz. von *Rhizoctonia* und zu 11 Proz. von Bakteriose, *Bac. amylobacter*, während von der Parzelle II, welche mit Kainit nicht gedüngt war, die Infektion von *Phytophthora* 13 Proz., *Rhizoctonia* 9 Proz. und von Bakteriose 20 Proz. betrug.

Das sind offenkundige Differenzen, die uns beweisen, welche hohe Bedeutung die biogenen Elemente, das Kalium- und Magnesium-Ion, für die Resistenz der Kartoffel gegenüber der vernichtenden Wirkung der schmarotzenden Pilze und Bakterien haben.

Auch ein anderer, auf unserer Station durchgeführter Versuch beleuchtete uns gründlich die Bedeutung des Kalium- und Magnesium-Ions für den Bau eines resistenten Körpers des Kartoffelknollens.

Gesunde Knollen, welche aus mit Kainit gedüngten Böden stammten und eine größere Menge Kainits enthielten und in den Mieten mit Knollen vermengt wurden, welche von der *Phytophthora infestans* befallen waren, zeigten eine große Resistenz gegenüber der Infektion durch diesen Pilz; demgegenüber unterlagen gesunde Knollen, die auf einem Boden kultiviert waren, der mit Kainit nicht gedüngt worden war, und die arm an Ka-

lium-Ionen gewesen sind, einer Masseninfektion, sobald sie mit infizierten Knollen vermennt worden waren.

Aus diesen Beobachtungen ist klar, daß Kartoffeln, welche reich an Kalium-Ionen sind, weit mehr der Infektion widerstehen. Diese interessante Erscheinung läßt sich nur durch die hervorgerufene Beschleunigung des physiologischen Verbrennungsprozesses im Pflanzenkörper der Knolle erklären, was sich durch erhöhte Lebenskraft und Resistenz der betreffenden Organe äußert. Wie unserer Station versichert wurde, treten analoge Verhältnisse auch bei anderen Kulturpflanzen, z. B. bei Zucker- und Futterrübe auf.

#### Zusammenfassung der Ergebnisse.

An jenen Kartoffeln, welche von einer bakteriellen Erkrankung der Gefäßbündel nicht befallen worden waren, wurde eine stärkere Schale sichergestellt als an den Knollen jener Pflanzen, welche von dieser Krankheit ergriffen waren.

Je mehr den Knollen an Schalendicke abgeht, desto mehr steigt der Prozentsatz der angefallenen Pflanzen.

Die Abhängigkeit der Dicke der Knollenschale von der Sorte ist eine bloß bedingte.

Bestimmte Sorten, bei welchen ein starker Befall überhaupt nicht beobachtet wurde, Pojata, Magnum bonum, Up to date, Alma, zeigen eine sehr starke Knollenschale, während andere Sorten, welche durchwegs von der Krankheit sehr ergriffen worden waren, Meta, Topor, Petronius, Böhmischer Erfolg, Welteroberer, eine dünne Schale haben. Bei anderen Sorten, Prof. Wohltmann, Jubel, ist die Schalendicke nicht konstant; in solchen Fällen tritt jedoch die Analogie zwischen der Schalendicke und dem Grade des Anfalles hervor.

Knollen, welche von der Krankheit befallen sind, weisen auch eine verhältnismäßig größere Anzahl von Korkzellschichten auf.

Die Knollen einzelner resistenter Sorten, Zlocien, Nilsson, Industrie, zeigen einen größeren Wassergehalt als die nicht angefallenen Knollen der an der Krankheit leidenden Sorten.

Bei der Mehrzahl der resistenten Sorten wurde jedoch in den nicht angefallenen Knollen ein geringerer Wassergehalt sichergestellt als in den nicht angefallenen Knollen jener Sorten, welche für die Krankheit inklinieren.

Jene Kartoffeln (Proben) derselben Sorte, welche in ungleicher Weise der Krankheit widerstehen, Jubel, Prof. Wohltmann, Ceres, Ordon, verbinden einen höheren Grad von Neigung zur Krankheit mit einem höheren Wassergehalt in den Knollen.

Bei Vorhandensein der Krankheit (der angefallenen Knollen) erhöht sich die Trockensubstanz der Knollen, und zwar desto mehr, je höher der Grad des Anfalles ist.

In dem von der Krankheit befallenen Knollen behält der gesunde Teil des Knollenfleisches verhältnismäßig den normalen Wassergehalt, während in dem angefallenen Teile sich der Wassergehalt bedeutend verringert.

Kartoffeln, welche von der Krankheit nicht befallen wurden, oder durch dieselbe nur wenig gelitten haben, zeigen in den nicht angefallenen Knollen (in der Fleischsubstanz wie im Saft) eine höhere Azidität als Kartoffeln, welche von der Krankheit in höherem Maße befallen wurden (15 Proz.).



Daraus ist der Schluß gestattet, daß eine höhere Azidität der Knollen die Infektion verhindert.

In den befallenen Knollen ist die Azidität des Saftes verhältnismäßig gleich hoch. Der befallene Teil weist gegenüber dem normalen gesunden Teile der Knolle eine geringere Azidität auf. Diese Erscheinung könnte mit der Alkalisierung erklärt werden, welche durch die bakterielle Tätigkeit hervorgerufen wird.

Die lebende Materie der resistenten Pflanzen weist eine größere Menge Kali auf als die Knollen der befallenen Kartoffeln, insbesondere jene einiger Sorten (Prof. Wohltmann, Blauauge, Ordon). Bei diesen gibt es zwischen gesunden und befallenen Kartoffeln derselben Sorte sehr deutliche Unterschiede in der Menge des Kalis.

Insbesondere im Magnesiumgehalte zeigen sich bedeutende Differenzen, und zwar wurde in den gesunden Knollen eine größere Menge dieses Nährstoffes sichergestellt als in den befallenen was ein neues und bisher nicht konstatiertes Faktum ist.

Erwägen wir nun, welche ausgedehnte Kartoffelkomplexe<sup>\*</sup> alljährlich verschiedenen Krankheiten unterliegen, welche großen Mengen von Knollen bei der Einlagerung dem vollständigen Verderben durch Pilze und Bakterien verfallen, so muß in uns sicherlich das Streben erweckt werden, dieser Kalamität, welche für unsere Landwirtschaft einen ungeheueren Kapitalverlust bedeutet, eine Grenze zu setzen, eventuell sie ganz zu überwinden. Die Kartoffelproduktion betrug in Österreich vor dem Kriege 125 416 000 q, in Ungarn 59 735 000 q, zusammen daher in Österreich-Ungarn: 185 151 000 q. Erwägen wir, daß von dieser Menge durchschnittlich nur 10 Proz. verschiedenen Krankheiten, teils auf dem Felde, teils während der Lagerung unterliegen, so erkennen wir, welche ungeheuerere Menge dieses wertvollen Produktes da zugrunde geht, um welches großes volkswirtschaftliches Kapital wir uns bringen. Und keineswegs ganz ohne eigene Schuld, denn das Schicksal unserer Bodenprodukte hängt auch in dieser Hinsicht vielfach von unserer Aktivität ab.

In meiner mehr als zehnjährigen Erfahrung auf dem Gebiete der Pathologie der Pflanzen habe auch ich erkannt, daß die phytopathologische Forschung nicht bei ihrer ursprünglichen, veralteten Richtung, sich hauptsächlich auf einfache Feststellung der Krankheit und der Pflanzenschädlinge, die Beschreibung und Sicherstellung ihrer Verbreitung beschränkend, stehen bleiben kann, sondern, daß der phytopathologischen Wissenschaft noch eine andere weit wichtigere Aufgabe zugeteilt ist; es ist dies die Lösung der Frage der Prophylaxe. Der phytopathologischen Wissenschaft wird erst durch diese Richtung der Stempel einer hohen ökonomischen Bedeutung aufgedrückt. Der prophylaktischen Richtung auf dem Gebiete der Pflanzenpathologie und des Pflanzenschutzes wohnt mit Recht die größte Bedeutung inne, denn bei der heutigen Ausgedehntheit der Kultur und dem massenhaften Auftreten der Schädlinge sowie der Krankheiten lassen sich einzig und allein im Wege der vorbeugen-

den Einrichtungen günstige Resultate im Kampfe gegen diese schädlichen Faktoren erzielen. Insbesondere bei Krankheiten infektiösen Charakters spielt die Prophylaxe eine dominierende Rolle.

Durch meine Arbeit, die dem Ziele zustrebt, die Bedingungen der Resistenz der Kartoffel gegenüber den krankheiterregenden Bakterien sicherzustellen, habe ich den Versuch unternommen, die diesbezügliche Aufgabe in dem angedeuteten Sinne zu lösen. In meiner Arbeit bin ich vor allem zur Erkenntnis gelangt, daß die Ursache der Infektion der Pflanzen entweder im Innern der Pflanze liegt, in der Sorte, oder in Faktoren, welche außerhalb der Pflanze gegeben sind. In beiden Fällen äußert sich da der Einfluß auf den Charakter und die Eigenschaften der betreffenden Pflanze resp. des Organs, welcher sich einerseits in der Anatomie und Histologie, andererseits im Chemismus bzw. der Biologie der Pflanze kundgibt.

Von den äußeren Faktoren, welche einen sichtlichen Einfluß auf die Entstehung der Krankheit haben, ist besonders die Ernährung der Pflanze wichtig. Zu all den Bedingungen, welche erfüllt werden müssen, wenn die Pflanze, und zwar nicht nur beim Aufbau des lebenden Moleküls, sondern auch bei der Bildung von Stärke und resistenten Organen aufkommen soll, gehört insbesondere das Vorhandensein sämtlicher notwendigen Nährstoffe im Boden als biogener Elemente. Es ist unbestritten, daß Böhmen und ganz Österreich in der Kartoffelproduktion weit hinter anderen Ländern zurückstehen.

Der Statistik für das Jahr 1913 zufolge betrug der durchschnittliche Kartoffelertrag pro ha:

In Belgien . . . . .	211,0 q
„ Holland . . . . .	174,4 „
„ England . . . . .	158,6 „
„ Deutschland . . . . .	164,4 „
„ Österreich . . . . .	100,2 „

Vergleichen wir diese Daten miteinander, so finden wir, daß Belgien, Holland, England und Deutschland durch den größten Kartoffelertrag pro ha hervorrangen, durchwegs Länder, welche große Mengen Mineralsalze als Ersatz der Kali- eventuell Magnesiumnährstoffe verbrauchen, obwohl die wahre Bedeutung des Magnesium-Ions dort nicht bekannt war, sondern bloß die empirischen Erfahrungen die Vorteile der Düngung mit konzentrierten, Magnesia enthaltenden Düngemitteln bewiesen hatten. Diese empirischen Erfahrungen sind nun durch meine Arbeiten bestätigt. Durch sie ist über allen Zweifel dargetan, daß im Mangel an Magnesia und Kali der Grund der geringen Resistenz der Kartoffelknollen gegenüber den die Erkrankung der Gefäßbündel hervorrufenden Bakterien gesucht werden muß. Wir sehen aber auch, daß ein so bedeutungsvoller Nährstoff, wie es die Magnesia für die Kartoffelpflanze ist, in unseren Böden teils überhaupt nur in minimalen Mengen, teils bloß in schwer resorptionsfähigen Verbindungen vertreten ist. Die chemischen Analysen unserer Station beweisen, daß die Magnesia in unseren Böden in der Urgesteinsformation, der permischen, der Eruptivgesteinsformation (des Basalt, des Klingsteins) enthalten ist in Form von Silikaten, die in schwachen Säuren schwer löslich sind. Allerdings müssen wir hinzufügen, daß die Magnesiumsalze nur dann im Nährstoffersatz

der Kartoffelkultur zu entsprechender Geltung kommen können, wenn alle übrigen, biogenen Elemente, wie Stickstoff, Phosphor, Kalium und Calcium, in hinreichenden Mengen vorhanden sind und das Gesetz Liebig's vom Minimum und Maximum der Nährstoffe im Boden entsprechend respektiert wird.

Eine gesunde, gut und richtig ernährte Pflanze widersteht unter geeigneten ökologischen Bedingungen weit mehr den verschiedenen krankheits-erregenden Faktoren als eine Pflanze, die schwach und nicht richtig ernährt ist und sich in einem Milieu befindet, in dem die physikalischen, chemischen und biologischen Bedingungen der notwendigen Förderung des Gedeihens und der Entwicklung der Kulturpflanze nicht entsprechen.

Heute gilt es als unbestreitbare Tatsache, daß es unseren Kulturpflanzen an Resistenz gebricht, daß nämlich die Vegetationsbedingungen, von welchen der Gesundheitszustand unserer Kultur abhängt, sich von dem Optimalgrade, der für unsere Pflanzenwelt erforderlich ist, entfernt, und schon dieses Faktum sollte ein Beweggrund dafür sein, daß das Studium der Phytopathologie eine gründliche Reform erfahre und daß beim Studium der Pathologie der Pflanzen insbesondere die ökonomisch wichtige prophylaktische Frage respektiert und gelöst wird.

Nachdruck verboten.

## Über Rebenschädlinge und -nützlinge<sup>1)</sup>.

### V. Die Schlupfwespen der Traubenwickler. Zuchtergebnisse.

Von Prof. Dr. Schwangart, Tharandt.

Es handelt sich um Belege und Ergänzungen zu meinen bisherigen Ergebnissen an Schlupfwespen der beiden Traubenwickler *Clysia ambigua* Hübn. und *Polychrosis botrana* Schiff. Indem ich eine Hauptfolgerung im Wortlaute meines Traubenwicklerbuches (Bd. 2. S. 127) voranstelle, möchte ich von Anbeginn dazu anregen, auch die folgenden Angaben zu diesen Sätzen in Beziehung zu bringen.

Die Stelle lautet: „Da der Schädling“ — beide Traubenwicklerarten — „in seiner ersten Generation erst Ende Mai zu erscheinen beginnt (bei uns wie in Südtirol) dürfte es allen oder den meisten Individuen dieser Arten“ — Schlupfwespen — „unmöglich sein, ihre Eier an ihm abzusetzen, und damit werden wir zu der Annahme gedrängt, daß diese Schlupfwespen in ihrer ersten Generation auf Zwischenwirte angewiesen sind

<sup>1)</sup> Unter dem Titel „Aufsätze über Rebenschädlinge und -nützlinge“ ist von mir erschienen: 1. Über den Rückgang des Traubenwicklers im Jahre 1910. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landw. 1911); auch in dem Buche „Über die Traubenwickler und ihre Bekämpfung, mit Berücksichtigung natürlicher Bekämpfungsfaktoren“. Bd. 2. Jena (G. Fischer) 1913. — 2. *Cacoecia costana* F. an Reben in der Pfalz. (Mitt. d. Deutsch. Weinbauver. Mainz (K. Theyer) 1912; 1. Mitt. darüber ebenda 1911, dazu ein Merkblatt der Pfälzischen Kommission zur Bekämpfung der Rebenschädlinge „Der geflammte Rebenwickler (*Cacoecia costana* Fabr.) mit Farbentafel von J. Griebel.) — 3. Weinbau und Vogelschutz. Vortrag auf d. 2. deutsch. Vogelschutztag (Stuttgart 1911), in d. Mitt. d. Deutsch. Weinbauver. und als Sonderheft d. Bund für Vogelschutz. — 4. Vorstudien zur biologischen Bekämpfung des Springwurms der Rebe (*Oenophthira pilleriana* Schiff.) in Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landw. 1915.

und normalerweise erst in der zweiten an den Traubenwickler gehen. Nach meiner Ansicht fehlt es im Bereich unserer Weinberge an solchen Zwischenwirten, weil bei unserer Bewirtschaftungsart Zwischenkulturen, die anderen Raupen Nahrung bieten können, nach Möglichkeit ausgeschlossen werden. In Südtirol sind solche Zwischenkulturen im Weinberg ausgiebig vorhanden. Ich habe bei einer anderen Gelegenheit („Weinbau und Vogelschutz, 1911“) dargelegt, daß bei uns die Zwischenpflanzungen ohne Schädigung der Weinqualität vermehrt werden könnten zum Schutze der nützlichen Vögel und der noch viel nützlicheren Schmarotzerinsekten. Bei der Wahl der Pflanzen müßte nunmehr auch auf die Zwischenwirte der Schlupfwespen Rücksicht genommen werden. Solche Zwischenwirte sind für einige Arten schon bekannt, weitere Zuchten müssen darüber Aufschluß geben.“

Für einen Fall habe ich schon damals angegeben, daß er eine Ausnahme von der Regel bilde, zugleich die Regel bestätige, denn „gewissermaßen die Gegenprobe zu den Befunden über die Verbreitung der frühfliegenden Schlupfwespenarten liefert das Verhalten einer spätflegenden, die in beiden Weinbaugebieten vorkommt (dem rheinischen und dem südtiroler), des *Agrypon flavolatum*. Diese Wespe erscheint gleichzeitig mit der ersten Generation des Schädlings und steht zu den frühfliegenden in dem Gegensatz, daß sie als einzige bei uns häufiger ist als in Südtirol.“ — Ein Beispiel, wie Pflanzungen zur Hege bestimmter Zwischenwirte anzulegen, besonders auch dafür, was alles dabei zu berücksichtigen ist, wenn man biologischen und wirtschaftlichen Vorbedingungen zugleich genügen will, habe ich in den „Folgerungen und Vorschlägen“ zu „Vorstudien zur biologischen Bekämpfung des ‚Springwurms‘ der Rebe (*Oenophthira pilleriana* Schiff.)“ gegeben (1915). Daraus ergeben sich Folgerungen auch für den Fall des Traubenwicklers.

Zum ersten Male veranschaulicht habe ich meine Lehre von dem Zusammenhang zwischen Zusammensetzung der Weinbergsvegetation und Überhandnahme der Traubenwickler bzw. Rückgang ihrer Schlupfwespen im Mai 1911 bei der landwirtschaftlichen Versammlung zu Landau (Pfalz) an der Hand einer einfachen Tabelle, die ohne die Schlupfwespen nach Arten zu unterscheiden, nach einmaligen Ergebnissen an einem größeren überwinterten Zuchtmaterial die Differenzen im Prozentsatz des Wespenbefalls zwischen den Wirten und dem Gros ihrer Schlupfwespen aufzeigte. Die Tabelle wurde im selben Jahre noch bei mehreren Vorträgen, z. B. auf der Generalversammlung des deutschen Weinbauvereins in Würzburg, vorgewiesen. Sie ist leider abhanden gekommen.

Zu je einer Zucht aus südtiroler (von Catoni geliefert) und aus mittelhaardter (Qualitätsgelände ohne Zwischenpflanzung) entstammendem Material, das mittels geeigneter Zuchtkästen in Einzelfängen nach Tageszeiten gewonnen und durch O. Schmiedeknecht bestimmt war, wurden die Grundlagen zu feinerer Darstellung geschaffen. Ermittelt waren dabei die Schlupfdaten für jede der beiden Wickler — und für die einzelnen Wespenarten, die Individuenzahl jeder der beiden Wickler — und die jeder Schlupfwespenart; das Auftreten der Geschlechter bei den Schlupfwespen wurde beachtet, aber nicht Art für Art zahlenmäßig festgestellt. Noch kein Unterschied war gemacht nach der Herkunft der Schlupfwespen aus jeder der beiden Wicklerarten.

Zuerst einiges über die Wirte, die Traubenwickler. — Der Kasten „Matarello“ lieferte im Mai 132 Stück *Clysia ambiguella* Hüb., 830 *Polychrosis botrana* Schiff.; der mit Puppen von der Mittelhaardt 424 *ambiguella*, 293 *botrana*. Das Schlüpfen begann so gut

wie gleichzeitig in beiden Kästen: bei „Matarello“ am 3., bei „Mittelhaardt“ am 2.; es endete bei „Matarello“ am 25., bei „Mittelhaardt“ schon am 19. 5. Diese Differenz könnte mit dem Zahlenunterschied nach Arten in den beiden Kästen zusammenhängen. Nach Beginn und Ende des Schlüpfens ist nämlich *botrana* die entschieden spätere Art, sie überwog in dem Material aus Matarello, in dem andern dagegen *ambiguella*. Bis zum 10. 5. hatte *ambiguella* starken Vorsprung, vom 11. auf den 12. schlug das Zahlenverhältnis um. Besonders gut war das an der Zucht „Matarello“ zu beobachten: Denn obgleich hier *botrana* im Material stark überwog (830 : 132 *ambiguella*), schlüpften noch am 10. 23 *ambiguella* : 18 *botrana*; am 11. dagegen 12 a. : 56 b., am 13. und 14. zusammen 6 a. : 364 b. — Im Schlüpfen kam es bei *botrana* zu einem deutlich markierten Höhestand von kurzer Dauer, dann nochmals zu einer kleinen Erhebung; *ambiguella* unterlag Schwankungen und ihr Höhestand erstreckte sich über einen längeren Zeitraum. *Ambiguella*, beide Zuchten zusammen: 6. V. = 70 Stück, — 8. V. = 104, — 9. V. = 52, — 10. V. = 55, — 11. V. = 47, — 12. V. = 45, — 13. V. = 24, dann weiteres Nachlassen. *Botrana* in der Zucht „Matarello“ (die ein großes Material der Art bietet): 9. V. = 12 Stück, 10. V. = 18, — 11. V. = 56, — 13. + 14. V. = 364, — 15. V. = 144, — 16. + 17. V. = 70, — 18. V. = 83, — 19. V. = 72, — dann Nachlassen. Inwieweit aus diesem Verhalten beider Arten Regeln abzuleiten sind, müßten weitere Zuchtergebnisse erweisen. — Für die chemische Frühjahrsbekämpfung hängt von dem Vorhandensein eines kurzen Höhestandes im „Mottenflug“ und von der Bestimmung dieses Zeitpunktes von Jahr zu Jahr viel ab. In Frankreich werden zu dem Zweck Puppen im Freien gezwungert. Der für die Praxis maßgebende „Höhestand“, wobei die Wicklerarten nicht genau unterschieden wurden, lag an der Mittelhaardt wohl meist um dem 15. bis 17. 5.; wir haben den stärksten Flug aber auch schon um den 12.—13. festgestellt. Die Daten in der Zucht, — stärkster Flugtag von *ambiguella* am 8., von *botrana* am 14., ein Aufleben noch um den 18./19., wichen kaum von denen der freien Natur ab. Das Zuchtverfahren habe ich in dem Traubenwicklerbuche (Bd. 2, S. 118) beschrieben. Dort finden sich auch weitere Angaben über Gesetze der Flugzeiten von *botrana*.

Die damals verwendeten Zuchtkästen waren mit nur 2 Glastuben für Wickler- und Wespenfänge ausgestattet, — eine nah dem oberen, eine dem unteren Rande der Fläche, später habe ich manchmal mehr Gläschen angebracht (Näheres s. 1915 l. c. S. 404). Es fiel nun auf, daß sich von Zeit zu Zeit in jedem der beiden Gläschen nur Wickler von einer Art fingen, in dem einen also nur *ambiguella*, im andern nur *botrana*: am 8. V. oben 38 *ambiguella*, unten 5 *botrana*, Kasten „Matarello“; am 13./14. V. oben *ambiguella*, unten 6 *botrana*, Kasten „Mittelhaardt“. Daß jedesmal *ambiguella* ins obere, *botrana* ins untere Gläschen flog, mag Zufall sein; — daß jedesmal beide Arten sich rein aussortierten rührte wohl von dem heftigen Andrang der einen Art (hier wohl *ambiguella*s, als der zahlreicheren) her; die andere wurde zurückgedrängt, ihre wenigen Exemplare gerieten dann an das andere Gläschen, — für den starken Zuflug *ambiguella*s zu einem Punkte bestätigen Parallelfälle die naheliegende Deutung, geschlechtlicher Anreiz sei die Ursache. Leider ließen mich damals die vielerlei Arbeiten eine Untersuchung der Gefangenen auf das Geschlecht, die ich mir vorgenommen hatte,

versäumen. — Parallelfälle sind: Der Fang ausschließlich einer Wicklerart im Freien, in den mit Lockmitteln beschickten Fangbüchsen; ich sah den Fall wiederholt in den Versuchsfeldern für Büchsenfang im selben Frühjahr (1911); hier war es *botrana*; immer war die betreffende Büchse auffällig stark befliegen im Vergleich mit ihren Nachbarn; ich notierte für einen Fall bei Forst 263 *botrana* in einer ausschließlich von ihr befliegenen Büchse gegen Mengen bis zu 29 in den 20 Büchsen der Umgebung. — Assessor Bonn-Edenkoben hat mich auf einen weiteren Parallelfall aufmerksam gemacht: Das Vorkommen des massenhaften Zuflugs von Wicklern zu einer Person, die einen auf ihrem Rock sitzenden Wickler erschlagen hatte. Auch dieses Vorkommnis ist wiederholt beobachtet. — Am 20. V. 1911 traf ich bei Kontrolle von Fangbüchsen in der vorderpfälzer Gemarkung Kirrweiler, deren Weingärten weit in die Ebene vorgeschoben und von den nächsten Baumbeständen, das sind Gärten der Ortschaften, beträchtlich (viel weiter vom nächsten Waldgebiet, dem Haardtgebirge) entlegen sind, in einer der Fangbüchsen 5 Exemplare des großen Bockkäfers *Cerambyx scopolii* Füll., der auf Buche, Edelkastanie, auch Obstbäumen daheim ist. Es waren 4 ♂♂ und 1 ♀. Alle Wahrscheinlichkeit spricht für einen Parallelfall, und die Erklärung liegt dann hier besonders nahe: Das ♀ war auf dem Fluge, vielleicht durch die Büchsen angelockt, vielleicht nur zufällig, in die Büchse geraten; die Ursache des Mißgeschicks der 4 ♂♂ aber war Anlockung durch einen Duft des ♀, und diesen hatten die Tiere unter allen Umständen erstaunlich weit und trotz der Lockflüssigkeit wahrgenommen.

Diese Art Anlockung muß danach weit verbreitet sein im Insektenreich. Sie erweist sich am Beispiel des Büchsenfanges als weit wirksamer, an Tragweite und Mengenergebnis, als die durch Nahrungsstoffe ausgeübte. Versuche, die bei der geschlechtlichen Anlockung wirkenden spezifischen Stoffe zu gewinnen und in einer zur Bekämpfung der Insekten hinreichenden Menge darzustellen, wären ernst zu nehmen. Wären die Stoffe einmal bekannt, dann müßte man an ihrer künstlichen Darstellung arbeiten. Denn aus Insektenleibern selbst würden sich die nötigen Mengen kaum gewinnen lassen.

In dem Winter, aus dem die in Rede stehenden Zuchtergebnisse stammen (1910/11) war das im November/Dezember gesammelte mittelhaardter und das aus dem Süden bezogene Puppenmaterial einem eigenartigen Vorgang unterworfen; es kam in beiderlei Zuchten zu einem verfrühten Schlüpfen vieler *botrana*-Puppen, während des Januar. *Ambiguella* und die Schlupfwespen blieben unberührt davon. Das Nähere darüber steht in Aufsatz V meines Traubenwicklerbuches. — Für unsere gegenwärtigen Zwecke ist festzustellen: Die Zahl der *botrana* hatte für „Matarello“ rund 1750, für „Mittelhaardt“ rund 580 Stück betragen. Diese Ausgangszahlen natürlich müssen maßgebend sein für einen Vergleich zwischen den Ergebnissen an Wicklern und an Schlupfwespen in den beiden Zuchten. — Ich habe mir damals runde Zahlen notiert, weil bei dem unerwarteten stürmischen Vorgang des verfrühten Schlüpfens im Januar eine bis aufs Stück genaue Zählung nicht tunlich war. — Als Gesamtzahlen der Traubenwickler bekommen wir, indem wir bei „Matarello“ 132, bei „Mittelhaardt“ 424 Stück *ambiguella* hinzurechnen, für „Matarello“ 1883, für „Mittelhaardt“ 1004 Stück.

Das Ergebnis an Schlupfwespen aus diesen beiden Zuchten ist auf den folgenden beiden Tabellen veranschaulicht:

Schlüpfdaten und -zahlen. Zucht „Matarello“ 1910/11.

Wespenarten	15. März	30. März	3. April	10. April	12. April	15. April	16.-20. April	21.-25. April	36.-30. April	1.-5. Mai	6.-10. Mai	11.-16. Mai	17. Mai bis 6. Juni	8. Juni	24. Juni	7. Juli	Individuenzahl jeder Art
<i>Platylabus dimidiatus</i> Grav.							1	8	9		8	1		1			1
<i>Cinxaletus erythrogaster</i> Holmgr.	1						3	3	2		2						31
<i>Habrocryptus alternator</i> Grav.							4	3	1		2			1			11
<i>Gambus infernus</i> Thoms.																	3
<i>Hemiteles arcator</i> Grav.				1			4	3	1								11
<i>Hemiteles nigiventris</i> Thoms.		1	3			2	6	5									15
<i>Hemiteles pulchellus</i> Grav.									15		1						1
<i>Pimpla alternans</i> Grav.					1		30	70									116
<i>Pimpla examinator</i> Fabr.					3	8	42	31	4		3						3
<i>Pimpla strigipileus</i> Thoms.			1								1						91
<i>Pimpla turionellae</i> L.															1		2
<i>Agrypon flaveolatum</i> Grav.			1		1	14	46	62	7		6	3	2		1		1
<i>Eulimneria crassifemur</i> Thoms.							1					1	103				142
<i>Omorgus difformis</i> Gmel.													48				104
<i>Exochus tibialis</i> Holmgr.								20									69
<i>Dibrachys boucheanus</i> Ratz.																	
Mengen an den einzelnen Schlupfdaten . . . . .	1	1	5	1	5	24	137	205	39	0	23	5	153	1	1	1	Ins- ges. 602

Schlüpfdaten und -zahlen. Zucht „Mittelhardt“ 1910/11.

Wespenarten	14. April	16.-20. April	21.-25. April	26.-30. April	1.-5. Mai	6.-10. Mai	11.-16. Mai	17.-31. Mai	1.-7. Juni	12. Juni	Individuenzahl jeder Art
<i>Ichneumon deceptor</i> Grav.			1		1						1
<i>Habrocryptus alternator</i> Grav.		1			1		1				3
<i>Pimpla alternans</i> Grav.	2	6	4	5	1		1				20
<i>Agrypon flaveolatum</i> Grav.					1			34	8	1	44
<i>Omorgus abbreviatus</i> Brischke.							1	1			1
<i>Eurytoma rosae</i> Nees											1
Menge an den einzelnen Schlupfdaten . . . . .	2	7	5	5	3	1	3	35	8	1	Ins- gesamt 70

Nach diesen Tabellen trafen auf 1883 Traubenwickler (beider Arten) aus Südtirol 602 Schlupfwespen, — auf 1004 Mittelhaardter 70. — Der Befall betrüge für das Südtiroler Material rund 32, für das Mittelhaardter rund 7 Proz. Dieser Prozentsatz für die Mittelhaardt ist, verglichen mit andern Ergebnissen aus meiner Zeit, wobei nur unmittelbare Untersuchungen eingebrachten Puppenmaterials angestellt wurden, noch ausnahmsweise hoch. Bei größeren Mengen fanden sich mehrmals nur 1—2 Proz., nicht über 5 Proz. von Haardter Puppenmaterial befallen. Darunter waren Fälle mit *botrana* in starker Überzahl. Darum wäre es auch nicht richtig, die starke Befallsdifferenz zwischen Mittelhaardter und südtiroler Puppen mit dem Unterschied der Bestände an Wicklerarten in Zusammenhang zu bringen.

Ebenso kann ein zweites Bedenken vernachlässigt werden, das sich nicht gegen den Vergleich beider Materiale, sondern gegen das Verfahren Befallsprozente aufzustellen richtet. Viele Schlupfwespen schmarotzen bekanntlich zu mehreren in einem Schädling; es könnten, wendet man ein, also auch hier mehrere aus den einzelnen Puppen hervorgegangen sein. — Dieser wohlbegründete Einwand verliert in unserem Fall seine Kraft. Nehmen wir 2 Ausnahmen, die Wespen *Dibrachys boucheanus* und *Eurytoma rosae*, auf die ich sogleich eingehen werde, als erledigt vorweg, dann widerlegt den gedachten Einwand ein Größenvergleich zwischen Wirten und Parasiten. — Sonst, wenn es sich um größere Wirtetiere oder kleinere Schlupfwespen bei Wicklern oder anderen kleinen Wirten handelt, wird eine Prozentberechnung allerdings kompliziertere biologische Grundlagen verlangen.

Die kleine Chalcidide *Eurytoma rosae* vernachlässige ich, da sie nur in einem einzigen Exemplar (Mittelhaardter Material) auftrat.

Am Südtiroler Material speziell ist zu berücksichtigen, daß die Chalcidide *Dibrachys boucheanus* sehr wahrscheinlich Parasit zweiten Grades (in Parasiten des Traubenwicklers schmarotzend) ist, die Hemitelesarten dies wenigstens sein können. Die Hemiteles können wir darum noch nicht abrechnen, sie sind auch nur schwach vertreten. Dagegen haben, wenn wir die Parasitenwirkung ermessen wollen, die 68 *Dibrachys boucheanus* zur Sicherheit auszuschneiden. — Ohne ihre Mitwirkung, also von Haus aus, wäre, ihren Charakter als sekundäre Parasiten vorausgesetzt, der Bestand an primären Parasiten im Südtiroler Material noch höher als jetzt, und zwar müßten wir an ihre Stelle nicht gleichfalls 68, sondern bedeutend weniger primäre Parasiten gesetzt denken. Denn ich habe *D. boucheanus* auf meiner Studienreise nach dem Süden, am 17. X. 1910, zu 13 Stück an einer zerstörten *Botrana* puppe gefunden. — Es waren Larven. Die Aufzucht ergab beide Geschlechter. — Das Opfer in der Zucht „Matarello“ 1910/11 war augenscheinlich, s. die Tabelle, vorwiegend *Exochus tibialis*.

Nach Abzug der *Dibrachys boucheanus* bleiben für die Matarellozucht noch immer 31 Befallsprozente. —

An den *boucheanus*-Fund möchte ich die technische Bemerkung anschließen: Beim Sammeln von solchem Material zur Parasitenzucht muß man, sollen die Ergebnisse nach Arten und Zahl der Parasiten ein natürliches Abbild geben, stets auch auf die frei verpuppten oder frei als Larven verharrenden Schlupfwespen merken. Bei Besprechung einer weiteren Südtiroler Zucht (1913/14) wird sich das in größerem Maßstab bestätigen.



Über die Schlüpfzeiten ergeben die Tabellen: Die Schlupfwespenarten, mit Ausnahme des *Cinxaeolotus erythrogaster*, *Gambrus infernus*, *Eurytoma rosae*, *Exochus tibialis*, *Dibrachys boucheanus* und *Agrypon flavellatum*, konzentrieren sich auf den Zeitraum vom 15. bis gegen den 30. April. Dazu gehören Tiere aus verschiedenen Gruppen (Ichneumoninen, Pimplinen, Cryptinen, Ophioninen), solche, die als primär, solche, die als häufig sekundär gelten (die Hemiteles); und es gehören dazu mit die stärkst vertretenen: *Pimpla alternans* und *strigipleuris*, *Omorgus difformis*; weiterhin zu besprechende Ergebnisse werden dazu noch Ergänzungen bringen. Diese Arten mit frühfliegender erster Jahresgeneration überwiegen sämtlich und um ein vielfaches im Süden (Matarello). *C. erythrogaster* reicht über diese Zeitspanne hinaus, aber wir können ihn doch noch ungezwungen den frühfliegenden anreihen, dem Höchststand seines Schlüpfens nach. *Gambrus infernus* und *Eurytoma rosae* können, da sie zu schwach vertreten sind, hinsichtlich ihrer Hauptflugzeit nicht beurteilt werden. Vergleichen wir mit den Schlüpfdaten der frühfliegenden Schlupfwespen die Schlüpfzeit (s. oben), die Raupenzeit (Beginn Ende Mai/Anfang Juni) und die Puppenzeit (Beginn Ende Juni) der ersten Generation der Traubenwickler, so kommen wir zum Ergebnis, daß diese Schlupfwespengeneration unmöglich auf die Traubenwickler gemünzt sein kann. Dies läßt sich von vornherein sagen. Dazu ist bekannt, daß die stark vertretenen *Pimpla*'s erst an Puppen oder verpuppungsreife Raupen gehen. Und von *Omorgus difformis*, *Habrocryptus alternator*, *Cinxaeolotus erythrogaster*, die alle vorragende Legebohrer haben und gewiß in den Wirt ablegen, läßt sich annehmen, daß sie wenigstens nicht an die Raupen vor Mitte Juni gehen könnten. — Über das Schicksal solcher Schlupfwespen, wenn kein anderer Wirt sie zeitiger aufnimmt als der Traubenwickler, läßt sich voraussetzen, daß sie in der langen Wartezeit zahlreichen Feinden zum Opfer fallen müßten, wenn sie von sich aus imstande wären, die Zeit zu überdauern. Indessen haben Fütterungsversuche gezeigt, daß sie dazu nicht einmal imstande sind. Picard (nach P. Marchal 1912) und Howard und Fiske (1911) haben *Pimpla* arten 3, selten 4 Wochen lebend erhalten können, Howard und Fiske stellen fest, daß diese Schlupfwespen sofort nach dem Ausschlüpfen legefertig sind. Nach allem können es höchstens Nachzügler sein, wie sie auch in den Zuchten vereinzelt auftreten, die die erwachsene Traubenwicklerraupe mit der Eiablage noch zu erreichen vermögen.

Die Voraussetzungen meiner Schlüsse (1911), die ich zu Anfang dieser Arbeit zitiert habe, sind somit gegeben. —

Die Tryphonine *Exochus tibialis* nahm erst Mitte Mai ihren Aufschwung. Sie erreichte knapp die erste Raupengeneration des Traubenwicklers. Der Höchststand ihres Schlüpfens war — nach meinen eingehenderen Notizen, auf der Tabelle nicht zur Anschauung gebracht — 28.—31. Mai. Anfang Juni schlüpften nur mehr vereinzelt. Auch dies ist eine der größeren Arten; da sie aber eine verborgene Legeröhre hat, könnte sie vielleicht jüngste Raupen parasitieren, indem sie nur an den Wirt ablegte. Jedenfalls muß damit gerechnet werden, daß diese in der Zucht erstklassig vertretene Wespe ohne Zwischenwirt auskommt.

Nach meinen Zuchten und allen denen anderer zu urteilen, fehlt

jedoch *E. tibialis* in nördlichen Weinbaugebieten. Ich habe seinerzeit angeregt (1911), zu untersuchen, ob er sich unter diesen Umständen nicht zum Import eigne. Bedenken dagegen erregt eine briefliche Angabe Pfankuchs, dem ich eine Reihe wertvoller Auskünfte über Schlupfwespen verdanke. Pfankuch schreibt über *E. tibialis*: „Wirt unbekannt. Art selten im nördlichen und mittleren Europa.“ (1913.) Danach ist anscheinend der Südhang der Alpen die Grenze zwischen häufigem und seltenem Vorkommen dieser Schlupfwespe, und wir hätten es bei dieser Art mit einem Beispiel klimatischer Begrenzung zu tun. Es fragt sich nur, ob uns das außerordentlich milde Klima des vorderpfälzer Weinbaugebietes, das von dem südtiroler kaum bemerkenswert differiert, nicht die Grenze zu überbrücken und damit einen Teilerfolg schon unter den jetzt gegebenen Weinbaubedingungen bei uns einzuheimen gestattete. Bildet die Haardtgegend doch auch sonst faunistisch und floristisch eine Insel infolge ihres Klimas. Ich kann den Versuch empfehlen und würde nur abraten, wenn die Wespe in dem betreffenden Gebiet selbst noch festgestellt würde, — dies dann jedenfalls vereinzelt, wie laut Pfankuch anderwärts im Norden.

*Agrypon flaveolatum* ist die einzige Wespe der Tabelle, die bei uns stark und im Süden schwächer vertreten war als bei uns. Sie scheint dort selten zu sein. Sie tritt spät auf, hat eine lange Schlüpfperiode, — Nachzügler erscheinen noch im Juli —, erreicht jedes Stadium des Wicklers bis zur fertigen Puppe. Ihre Häufigkeit bei uns bestätigt meine Voraussetzungen. Ihre geringe Zahl im Süden wird man, wie für *E. tibialis* umgekehrt die Seltenheit bei uns, als eine Folge des Klimas auffassen.

Als immerhin bemerkenswert ergibt sich aus meinen Aufzeichnungen zu der Zucht die Erscheinung, daß Schlupfwespenarten einer Schlüpfperiode auch die einzelnen Tage stärksten Schlüpfens gemeinsam hatten; es war dies für die Arten mit Frühgeneration der Zucht Matarello, — die allein ja solche Feststellungen zuließ — als Tag des stärksten Schlüpfens der 18., an zweiter Stelle der 24., an dritter der 25. April. Zwischem 18. und 21. lag eine besonders deutliche Senkung der Kurve: Am 18. 35 *Pimpla strigipleuris*, 27 *P. alternans*, 45 *Omorgus difformis*, 4 *Habrocryptus alternator*, 4 *Hemiteles areator*, 5 *H. nigriventris*, 1 *Eulimneria crassifemur*, — am 19. 7 *P. strigipleuris*, 3 *P. alternans*, 1 *O. difformis*, 1 *Hemiteles nigriventris*, 0 *H. areator*; von schwach vertretenen Arten dazu 3 *Cinxaelotus erythrogaster* und 1 *Platylabus dimidiatus*, die am Tage starken Schlüpfens fehlten. — Vielleicht könnten in Neustadt hiermit noch die Wetteraufzeichnungen verglichen werden.

Ein Rätsel an der Tabelle Matarello bleibt die Lücke im Schlüpfen sämtlicher Arten, vom 1. bis 5. Mai. Ich habe sonst dafür keine Bestätigung mehr erhalten, auch in der Mittelhaardter Zucht desselben Jahres nicht. —

An den Ichneumonidenarten mit sichtbarer Legeröhre wurde das Geschlecht bestimmt. Von *C. erythrogaster* traten anfangs ♂♂, dann beide Geschlechter gemischt, nach dem 25. 4. nur ♀♀, nach langer Pause verspätet trat ein zwerghaftes ♂ (8. 6.) auf. Trotz der geringen Individuenzahl scheint mir Protandrie erwiesen. — Entsprechend verhielten sich die wenigen *Hemiteles areator* und *nigriventris*. — Daß die ebenfalls spärlichen *Habrocryptus alternator*,

die gleich mit ihrer größten Ziffer in einer Höhezeit des Schlüpfens (18. 4.) einsetzten, sofort beide Geschlechter aufwiesen, kann nicht gegen Protandrie gedeutet werden. Das Verhalten der Art blieb noch unermittelt. — *Agrypopon flaveolatum*, die spätestfliegende, beginnt 4. 5. mit einem ♂, wies bis 28. 5. nur ♂♂, immer vereinzelt schlüpfende, dann beide Geschlechter auf; das letzte Exemplar war wieder ein ♂. Die *Pimpla* arten setzten am 3. 4. mit 1 ♂ der schwächstvertretenen, *turionellae*, ein, — es folgten bis 17./4., mit 1 Ausnahme bei *alternans*, nur ♂♂, einzeln oder zu wenigen gleichzeitig erscheinend, von da ab, gesellig schlüpfend, beide Geschlechter, vom 6.—9./5. dann vereinzelt ♀♀, mit 1 Ausnahme bei *P. alternans*. *Omorgus difformis* begann am 3./4. mit 1 ♂, mit dem 2. Schlüpfdatum, dem 12., aber erschien schon 1 ♀; von da ab traten beiderlei gemischt und gesellig auf; vom 6./5.—22./5., dem letzten Schlüpfdatum, folgten, mit 1 Ausnahme, nur mehr Weibchen, vereinzelt. Das Gesamtergebnis an den Ichneumoniden verschiedener Unterfamilien erweist also verbreitete Protandrie. — Auf Prozentverhältnisse der Geschlechter der ergiebigeren Arten während der Zeit des geselligen Schlüpfens und der reichhaltigen Fänge möchte ich vielleicht noch ein andermal eingehen.

In Zuchten von 1912 wurden einige weitere Arten festgestellt und das Vorkommen noch einiger Wicklerarten (*Polychrosis botrana* und *Clysia ambiguella*) ermittelt. Neu erschienen: *Pimpla vesicaria* Ratzeb. und *P. sagax* Hart. aus *botrana* von Haardtmaterial (verschiedenen Gegenden); *Exochus notatus* an Stelle von *E. tibialis* aus *Botrana* material von Lavis (bei Trient), in ziemlicher Anzahl, Schlüpfperiode spät, wie bei der andern Art, Mitte Mai bis Anfang Juni; — in einem Exemplar, aus welcher Wicklerart ist fraglich, die Ichneumonide *Dicaelotus pusillator* (Lavis). *Harbrocryptus alternator* wurde aus *botrana* (Haardt und Lavis), *Pimpla alternans* aus *botrana* und *ambiguella* gezogen, *Omorgus difformis* aus *botrana*.

1912 wurde aus Kokons an Stöcken und Wingertsteinen in der Nähe von *P. brassicae*-Puppen *Hemiteles areator* und die Chalcidide *Dibrachys boucheanus* Ratzeb. gewonnen, die bisher aus Südtiroler Zuchten erzielt war und „Hyperparasit“ ist (Fundort Makkammer). Sie schmarotzte hier in der Ichneumonide *Hemiteles areator*, die aus dem Traubenwickler gezogen wird und in manchen Raupenarten selbst schon Parasit zweiten Grades ist. Die Schlüpfdauer dieser Wespen von ein- und demselben Stammorte war von Anfang bis Mitte Mai. Der schon erwähnte Fund von *D. boucheanus* in Südtirol erwies, daß die Wespe schon im Oktober als freie Larve leben kann. — Einen weiteren Beitrag zu ihrer Biologie lieferte die Feststellung von Larven (27 Stück) in einem großen Kokon (spez.?) am eingeschrumpften Raupenkadaver tief im Winter (11./1. 1912), an Rebe. Nach dem Einbringen starb ein Teil der hervorgedrungenen Larven ab; aus den verpuppten wurden beide Geschlechter, 7 ♂♂ und 9 ♀♀, gewonnen. — (An Rebenrinde bei Neustadt (Haardt) wurden im Dezember desselben Jahres gehäufte, verklebte Wespencocons gefunden; die Zucht ergab im April 7 Stück *Microplitis spectabilis* Hall., alle ♂♂. Zusammenhang mit dem Traubenwickler ist angesichts des geselligen Parasitismus dieser Braconide, der wohl mehr Raum beansprucht, unwahrscheinlich.)

In meinem Traubenwicklerbuch Teil II erwähnt ist *Mesochorus semirufus* Holmgr. als wahrscheinlich zu *botrana* gehörig. Ich gebe hier nähere Daten: Die Wespe wurde in der Erde eines der Blumentöpfe gezogen, in denen Februar 1910 *botrana*-Puppen mit *Isaria*-Pilzen zusammen vergraben waren, um die Wirkung dieser insektentötenden Pilze zu beobachten. Sie fand sich beim Aufgraben lebend in der Nähe einer leeren *Botrana*-Puppe und hatte, wie ich das an Schlupfwespenpuppen mehrmals beobachtete, im Gegensatz zu den Wicklerpuppen, unter den Pilzen nicht gelitten. Die Beziehungen zu *botrana* sind sehr wahrscheinlich.

1913/14 wurde eine Reihe von Zuchten aus Vorderpfälzer, Fränkischem und Südtiroler Puppenmaterial angelegt. Das Südtiroler (Matarello) verdanke ich wieder Herrn Catoni-Trient. Das Fränkische stammte aus der Escherndorfer Gegend (Sommerach und Nordheim). Es waren parasitierte Puppen und Parasitenkokons ausgelesen worden. Zu einer Befallsstatistik konnte das Material daher nicht dienen. Welche Zwecke verfolgt wurden, erhellt aus den Ergebnissen. — Infolge meiner Berufung nach Tharandt im Frühjahr 1914 wurden die Zuchten nicht gleichmäßig bis zu Ende kontrolliert, und einige weisen während der Kontrollzeit eine bedauerliche Lücke auf, Ende April/Anfang Mai. Nachteile, die hierdurch entstanden, erwähne ich, soweit es der Zusammenhang verlangt.

*Ambiguella* und *Botrana* wurden jetzt durchweg getrennt gehalten. Aus Südtirol erhielt ich nur *Botrana* material. — In der Vorderpfalz war ein *Ambiguella*-Jahr. Es bestand nach Proben etwa dies Mengenverhältnis in der Richtung von Norden nach Süden: Freinsheim ca. 5 Proz. *botrana*, — Kallstadt desgleichen, — Deidesheim bis etwa 40 Proz., — Königsbach etwa 25%; — Rhodt (Pfälzer „Oberland“), wo sonst stets ein mäßiger Bestand *botrana* angetroffen wurde, nur *ambiguella* zu finden. — In den fränkischen Gemarkungen unter den vielen tausenden von Puppen (Sommerach ca. 40 000, Nordheim ca. 80 000), die bei einem großen Versuch mit Winterbekämpfung gesammelt wurden, ausschließlich *ambiguella*. Ich bin auf die Frage der Herkunft und Verbreitungsweise von *botrana* und die hierfür höchst lehrreiche Lage in Franken in meinem Traubenwicklerbuche (1. Teil) eingegangen. Die Lage dort müßte Jahr für Jahr so studiert werden! —

Zu den einzelnen Zuchten von diesen Örtlichkeiten:

1. Matarello. Art: *botrana*. — Das Material war mittels der „Lappmethode“ (s. mein Traubenwicklerbuch) gewonnen. Im Süden, bei dem dortigen starken Parasitenbefall, dient diese Methode zur Bekämpfung, — bei uns stellt sie einstweilen ein vorzügliches Mittel zur Gewinnung von Puppenmaterial und überhaupt zum Studium der Weinbergfauna dar; sie sollte von Ort zu Ort so angewendet werden.

Zucht 1a). Gesonderte Aufzucht von Wespen dieses Materials, die nach dem Datum des Eintreffens, dem 20./2., als Larven oder Puppen in *Botranapuppen* saßen. — *Pimpla alternans*. 82 Stück. Schlupfzeit 23./3.—20./4., dabei zwischen 14. und 20. keine mehr, am 20. ein Nachzügler. Erste Woche nur ♂♂, dann beide gesellig, beim Höhestand am 5. 23 ♀: 1 ♂, letzte Zeit ♂♂ Ausnahmen. Es ergibt sich also noch weit früherer Flug und Höhestand als 1911 (s. die Tabelle). — *P. examiner*. 58 Stück; — gegen 3 in dem größeren

Material von 1911. Ursache: Jahrgang? Örtlichkeit? — Protandrie (und, hier wohl zufällig, starkes Überwiegen der ♂♂). Höhestand noch früher als bei alternans, Ende März. — *P. strigipleuris* und *turionellae* vereinzelt; 1911 dagegen war *strigipleuris* stark vertreten. — *Cinxaelotus erythrogaster* vereinzelt. — *Exochus tibialis*: 41 Stück, also stark vertreten, wie 1911. Spätfliegend, wie damals: Beginn nicht genau festzustellen, infolge Lücke in der Zucht, Anstieg um den 20./5., Abflauen Mitte Juni; Verhalten also wohl ähnlich dem von 1911. Der Hyperparasit *Dibrachus boucheanus* erschien wieder in der Flugzeit des *E. tibialis*, aber in nur 1 Exemplar. Die Geschlechter wurden bei *E. tibialis* nicht verglichen, da die Erkennung durch den Mangel des Legebohrers bei dieser Art erschwert. (In solchen Fällen dienen bekanntermaßen die Fühler als Merkmal.)

Zucht 1 b). Wespen des Materials Matarello, die nach dem Eintreffen, 20./2. außerhalb des Wirtes verpuppt waren. — *P. alternans* und *examinator* in wenig Exemplaren; alle diese vor dem 3./4., weitaus überwiegend ♂♂. Bemerkenswert, daß ♂ Puppen vorwiegend außerhalb des Wirtes angetroffen wurden. — *Habrocyptus alternator*: 19 Stück. 19./3.—24./4. Der Zahl nach stärker in dieser Zucht als die Pimplarten; mit Berücksichtigung der Parallelzucht 1 a) hinter diesen und *E. tibialis*. Stärker vertreten als 1911. Früher einsetzend; wie die Pimplarten. Da er in 1 a) fehlt, in 1 b) stark auftritt, ist bei ihm freie Lage von Puppen vor 20./2. jedenfalls Regel. Augenscheinlich Protandrie, zuletzt nur ♀♀. — *Hemiteles hemipterus*: Wenige, Ende März/Anfang April. Früher nicht gezogen. — *O. difformis*. Wenige, im April. Von Anfang überwiegend ♀♀. 1911 machte diese Art nicht den Eindruck ausgesprochener Protandrie, zu Ende kamen allerdings auch hier ♀♀.

2. Vorderpfalz. Botrana. Material aus Freinsheim, Kallstadt, Königsbach, Deidesheim war in dieser Zucht vereinigt worden, weil botrana in den meisten Gemarkungen schwach vertreten war (vgl. oben). — *P. alternans*. 29./3.—18./4., Höhestand 12—13./4., also eher den Verhältnissen der Zucht von 1911, als der gleichzeitigen Zucht von Matarello entsprechend. Protandrie. — *P. strigipleuris*, 1 Exemplar. Neu für die Vorderpfalz. — *Hemiteles areator*. — *H. hemipterus*, 2 Exemplare. Zum ersten Male mit diesem Jahrgang für die Pfalz, wie für Matarello. — *Habrocytus acutigona* Thoms., 1 Exemplar. Chalcidide, neu für die Vorderpfalz, in Matarello von Catoni festgestellt. — Wieder trat als häufiger einheimischer und später Parasit *Agyron flavellatum* auf; erstes Exemplar 15./4., mit dem 2. 16./5. setzte eine ununterbrochene Reihe ein bis 25./5., als die Zucht abgebrochen wurde. Alles bis dahin waren ♂♂; es herrschte also Protandrie und der Höhestand wäre erst mit den Wicklerräupen erreicht worden.

Zucht 3. Freinsheim (Vorderpfalz). Ambiguella. — In den Nachbargemarkungen Freinsheim und Weisenheim a. Sand wird die Rebe auf weiten Flächen, zugleich aber in inniger Verbindung mit dem Obstbau angepflanzt. Sie bildet die Unterkultur ausgebreiteter „Obstwälder“. Vom Pfirsich bis zum Apfel füllen dort alle Obstsorten, in regem Wechsel angepflanzt, jede in Massen, die gesamte Frühjahrsvegetationszeit des Obstes aus. In den Unterkulturen wechselt die Rebe noch mit mächtigen Beständen

von Stachel- und Johannisbeere. Die Pflanzung hat sich einigermaßen in der Richtung des Südtiroler Anbaus entwickelt. — Vergleichende Untersuchungen auf den Traubenwickler ergeben: Mäßige, wenn auch leider nicht geringe, Puppen- und unverkennbar erhöhte Parasitenzahl. —

*P. alternans* ab 20./3., Höhestand 8.—12./4., also dem der Vorderpfälzer *botrana*-Zuchten entsprechend, Protandrie, nach dem Höhestand ♀♀. — *P. turionellae*, für Pfalz und *ambiguella* neu. — *P. terebrans* Ratzeb., 1 Exemplar. Neu. — *Habrocryptus alternator*, neu für *ambiguella*. — *Hemiteles areator*. — *Hemiteles dubius* Grav., neu für den Traubenwickler.

*Agrypion flaveolatum*: Vom 30./4.—25./5. nur ♂♂, ab 15./6. nur ♀♀, Ende des Schlüpfens 20./6. Zahlreich, steht aber hier hinter *P. alternans* zurück. — Die Braconide *Ascogaster quadridentatus* Wesm., neu für den Traubenwickler. — Die Chalcidide *Dibrachys boucheanus*, der wiederholt erwähnte Hyperparasit, neu für *ambiguella*, hier am Schluß der Parasitenreihe erschienen, konnte höchstens aus *A. flaveolatum* stammen (23./6.).

**Zucht 4. Kallstadt (Vorderpfalz). Ambiguella.** Aus Weinbergen mit lichtem Obstbaumbestande. — *P. alternans*, Zucht am 12./4. unterbrochen. — *Hemiteles hemipterus*, neu für *ambiguella*, anscheinend verbreitet in dem Jahrgang. — *A. flaveolatum*, Zeit des Erscheinens wie bisher, zahlreich. —

**Zucht 5. Königsbach, Deidesheim, Forst. Ambiguella.** — *P. alternans*, Protandrie. — *P. strigipleuris*, neu für *ambiguella*, vereinzelt. — *P. turionellae*, 1 Exemplar. — *P. calobata* Grav.: Neu für den Traubenwickler, 1 Exemplar. — *Habrocryptus alternator*, 1 Exemplar. — *Hemiteles areator* und *hemipterus* — *Agr. flaveolatus*.

**Zucht 6. Rhodt (Vorderpfalz, Oberland). Ambiguella.** Kleines Material. Verhalten von *P. alternans* und *A. flaveolatum* das bisherige. *Hemiteles areator* und *hemipterus*.

**Zucht 7. Nordheim (Unterfranken). Ambiguella.** — Gesammelt Mitte Februar 1914. Die Puppen wurden aus den Cocons herausgelöst eingeschickt. Es kommen nur Wespenarten in Betracht, die zu jener Zeit sich in den Puppen befanden. Das Material war beim Eintreffen stark verschimmelt (infolge Beschädigung der meisten Puppen, keine pathogenen Pilze); trotz sorgsamem Ausbreitens in Kästen konnte die Zucht nicht lang genug erhalten werden. Die Zeit von *A. flaveolatum* und andern späten Arten blieb unerschlossen. Die Ergebnisse aus dem bis dahin unerforschten fränkischen Gebiet sind vielversprechend.

*P. alternans* Hauptparasit in dem Zeitraum der Zucht (8./3. bis 20./4.). Verhalten das gewohnte, den März durch schon fast täglich schlüpfend. — *Hemiteles areator* (10. u. 21./3). *H. taschenbergi* Schmiedekn., neu für den Traubenwickler. — Die Braconiden *Microplitis tuberculifera* Wesm., bekannt für den Traubenwickler aus Krems, und *Rogas tristis* Wesm. (3./4., 12. u. 20./4., kaum noch im Anstieg, da alle 3 ♀♀. Neu für den Traubenwickler.) — Die Ichneumonide *Mesochorus semirufus*. Neu für

*ambiguella*. Damit gewinnt auch der oben erwähnte Fund, der *M. semirufus* als Parasit von *botrana* hinstellt, an Wahrscheinlichkeit.

**Zucht 8. Sommerach (Unterfranken). Ambiguella.** — Allgemein gilt dasselbe wie von Zucht 7. — Außer *P. alternans* fanden sich wieder *M. semirufus*, *Micr. tuberculifera*, *Rogas tristis* (20./4., 24./4., wieder nur ♀♀). Die Übereinstimmung in den Zuchten Nordheim und Sommerach erweckt den Eindruck, es handle sich um verbreitete, für dies Gebiet bedeutendere Arten; mit dieser Zusammenstellung steht das Gebiet dem pfälzischen und dem von Matarello bisher eigenartig gegenüber. In der Sommeracher Zucht kommt als neu hinzu die Ichneumonide *Lissonota carbonaria* Holmgr. (19./3., ♀). — Es ist möglich, daß Franken, ganz oder zum Teil, eine von der westlichen und südlichen verschiedene Parasitenfauna hat, — sowie man auch bezüglich des Vorkommens insektentötender Pilze derartige Unterschiede hat annehmen müssen (Traubenwicklerbuch. T. 1.). Dieser Umstand würde hier auch wieder ähnliche Fragestellungen veranlassen: Inwieweit wäre diese Fauna klimatisch (durch den Gegensatz von Binnenland und Seeklima) festgelegt, inwieweit wäre Import durchführbar? — Die erste Aufgabe beim Herantreten an diese Fragen ist, die systematische Literatur gründlich zu verwerten zur Feststellung der bisher bekannten Fundorte der einzelnen Schlupfwespenarten. Da die meisten Beschreibungen nur auf Imagines Bezug nehmen, bietet diese Literatur wenig zur Kenntnis der Wirte; zur Feststellung der Verbreitung wird sie bessere Dienste leisten können. —

In einer weiteren Arbeit will ich eine ausführliche Zusammenstellung von Wissenswertem über die Schlupfwespen der Traubenwickler geben. Hier sei von eigenem zusammengefaßt:

1. An Schlupfwespen habe ich bisher aus den Traubenwicklern gezogen:

Die Ichneumoninen *Ichneumon deceptor* (Vorderpfalz), *Platylabus dimidiatus* (Südtirol), *Dicaelotus pusillator* (Südtirol), *Cinxaelotus erythrogaster* (Südtirol).

Die Cryptinen *Habrocryptus alternator* (Vorderpfalz, Südtirol), *Gambrus infernus* (Südtirol), *Hemiteles areator* (Vorderpfalz, Unterfranken, Südtirol), *dubius* (Vorderpfalz), *hemipterus* (Vorderpfalz, Südtirol), *nigriventris* (Südtirol), *pulchellus* (Südtirol), *taschenbergi* (Unterfranken).

Die Pimplinen *Lissonota carbonaria* (Unterfranken), *Pimpla alternans* (Vorderpfalz, Unterfranken, Südtirol), *calobata* (Vorderpfalz), *examinator* (Südtirol), *sagax* (Vorderpfalz), *strigipleuris* (Vorderpfalz, Südtirol), *terebrans* (Vorderpfalz), *turionellae* (Vorderpfalz, Franken, Südtirol).

Die Ophioninen *Agrypon flaveolatum* (Vorderpfalz, Südtirol), *Eulimneria crassifemur* (Südtirol), *Omorgus abbreviatus* (Vorderpfalz), *difformis* (Südtirol), *Mesochorus semirufus* (Vorderpfalz, Unterfranken).

Die Tryphoninen *Exochus tibialis* (Südtirol), *notatus* (Südtirol).

Die Braconiden *Rogas tristis* (Unterfranken), *Ascogaster quadridentatus* (Vorderpfalz), *Microplitis tuberculifera* (Unterfranken).

Die Chalcididen *Eurytoma rosae* (Vorderpfalz), *Habrocytus acutigona* (Vorderpfalz), *Dibrachys boucheanus* (Vorderpfalz, Südtirol).

Eine vollständige Liste der Arten, die von anderen Autoren als in einem oder mehreren der hier berücksichtigten Verbreitungsgebiete oder anderwärts aus den Traubenwicklern gezogen, zum Teil auch näher untersucht wurden, möchte ich in der geplanten weiteren Arbeit geben; dabei wird sich herausstellen, daß auch von ihnen welche sich meinen Folgerungen unterordnen. — Die bisherigen Daten über Verteilung der Arten auf die beiden Traubenwickler (vgl. meine Einzelmitteilungen) sind ergänzungsbedürftig, wahrscheinlich wird für immer mehr Wespen Vorkommen in beiden Wicklern festzustellen sein.

2. Von meinen Schlupfwespen hat die große Mehrzahl (aus den verschiedenen Gruppen) eine frühfliegende erste Generation, die nicht auf die Stadien der Traubenwickler paßt, die ihr als Wirte dienen sollten. Die einzelnen solchen Wespenarten sind oben in den Tabellen und im Text zu den andern Zuchtergebnissen gekennzeichnet. Von dieser Kategorie sind die meisten und die im südlichen Weinbau am stärksten vertretenen nach den Zuchtergebnissen oder nach zuverlässigen Literaturangaben dem südlichen und dem pfälzischen, bzw. nördlichen Gebiete gemeinsam. In der Literatur findet man für Schlupfwespen aus meiner südlichen Zucht Vorkommen im Norden angegeben, beispielsweise von *Pimpla examinitor*, *Cinxaelotus erythrogaster*, *Omorgus difformis*. Mit Rücksicht auf meine Folgerungen ist bemerkenswert, daß die zuletzt genannte, im Traubenwickler Südtirols stark vertretene Art, die in Zuchten aus unseren Gegenden fehlte, in der Literatur als eine bei uns häufige Art und als Wicklerparasit bei uns bezeichnet wird. — Diese frühschlüpfenden Wespen sind im südlichen Weinbau reich, in unserem arm an Individuen. — Meine Folgerungen von 1911 (s. den Anfang dieser Arbeit) bestehen somit zu Recht. — Das praktische Ergebnis sollte jetzt sein, daß dem Plan, geeignete Anpflanzungen für Zwischenwirte im nördlichen Weinbau zu schaffen, nahe getreten wird. Nach welchen Gesichtspunkten die Auswahl solcher Pflanzen zu treffen ist, habe ich früher (1915) erörtert. Grundfragen sind: Welche Schlupfwespenarten sind am meisten der Begünstigung wert? — Welche Wirte dieser Schlupfwespenarten passen in die kritische Zeit? sind zahlreich genug anzusiedeln? sind nicht selbst unangenehme Schädlinge? — Welche ihrer Nährpflanzen eignen sich für den Anbau in Verbindung mit der besonderen Kultur (hier dem Weinbau)? —

Der Todfeind jedes Bundes mit der Natur aber ist das Schema! —

3. *Exochus tibialis* und *notatus* (der sich laut Literatur wie *tibialis* verhielte) bedarf wahrscheinlich nicht der Zwischenwirte; für diese im Süden erstklassig wirkenden Parasiten ist ein Importversuch nach Gegenden mit besonders mildem Klima, die vom Traubenwickler heimgesucht sind (Vorderpfalz), zu empfehlen, — wenn nicht ihr gemeldetes vereinzeltes Vorkommen in unserer Zone auch in dem betreffenden engeren Traubenwicklergebiet noch nachgewiesen wird.



4. Die bei uns weitaus häufigste, aus südlichem Material vereinzelt gezogene Wespe *A grypon flaveolatum* bietet, als ausgesprochen spätschlüpfende, Jahr für Jahr die Gegenprobe zu den frühschlüpfenden und eine gute Bestätigung meiner Ansichten.

5. Manche Schlupfwespen erschienen sehr ungleich an Menge in verschiedenen Jahrgängen (*Habrocryptus alternator*, *Pimpla examinatrix* und *strigipleuris*, *Omorgus difformis*, *Exochus notatus* und *tibialis*), die Gattungsverwandten unter den genannten lösten einander ab. Es ist wichtig, zu ermitteln, ob hier örtliche Differenzen oder Jahrgangsschwankungen zugrunde liegen.

6. Die Individuenzahl in den bisherigen Zuchten ist nicht maßgebend für die Bewertung beliebiger Glieder des gesamten Schlupfwespenbestandes bei den Traubenwicklern. Nur eine Generation und nur Winterpuppenmaterial ist statistisch bearbeitet. Schon die Literatur kennt wichtige Schlupfwespen des Traubenwicklers, die hier nicht einmal erschienen sind, wie die Eiparasiten. Die Art des Parasitismus, die Generationenfrage ist von Bedeutung. Es ist denkbar, daß sich auch im Süden, mit seinen günstigeren Vegetationsbedingungen, spärlichere Arten durch andere Methoden hoch wirksam machen ließen. Auch wenn schon praktische Versuche angestellt werden, muß die Erforschung fortdauernd auf alle Beziehungen des gesamten Parasitenbestandes und auf weitere Methoden gerichtet sein.

7. Bezüglich verschiedener biologischer Feststellungen — über den Verlauf der Flugperiode bei den beiden Wirten und den Parasiten, — die Überwinterungszustände, — den Hyperparasitismus, — die geschlechtliche Anlockung, — die verbreitete Protandrie bei den Schlupfwespen u. a. m., — verweise ich zurück auf die Einzelangaben.

8. Anscheinend können in stark durchgepflanzten Weinbergsgemarkungen (Freinsheim und Weisenheim a. S. in der Pfalz), die inselartig im einförmigen Weinbaugelände liegen, Verhältnisse bestehen, die denen im Süden einigermaßen angenähert sind. Dort allein überwog in der Zucht eine Art der „frühfliegenden“ Schlupfwespen.

9. Zu prüfen ist, ob nicht das Fränkische Weinbaugebiet (ganz oder in welchen Teilen?) ausgeprägte Eigenart der Schlupfwespenfauna des Traubenwicklers hat. — Die Prüfung würde sich sehr lohnend auch auf die weiter östlichen Weinbaugebiete erstrecken.

Mein Gedankengang von 1911 über die frühschlüpfenden Schlupfwespen der Traubenwickler ist besonders durch Marchal 1912 bestätigt worden; danach hat Picard durch Fütterungsversuche an diesen Schlupfwespen die Lebensdauer und durch Untersuchungen im Sommer ihren Zusammenbruch an Individuenzahl von der ersten auf die zweite Generation festgestellt. Es mag nachträglich aufmerksam gemacht werden, daß meine Gedanken und praktischen Vorschläge in dieser Angelegenheit vor Erscheinen auch des vortrefflichen Parasitenbuches von Howard und Fiske, das übrigens nur dem Importsystem gewidmet ist, öffentlich vorgetragen (Mai 1911) und niedergeschrieben sind.

(Abgeschlossen am 4. Mai 1918.)

#### . Literatur.

Howard, L. O. u. Fiske, W. F., The importation into the united states of the parasites of the Gipsy Moth and the Brown-Tail Moth. (U. S. Dep. of Agricult., Bur. of Entomol. Bull. Nr. 91. Washintgon 1911.)

- Marchal, P., Rapport sur les travaux accomplis par la mission d'étude de la Cochyliis et de l'Eudemis pendant l'année 1911. Paris et Liège (Ch. Béranger) 1912.
- Schwangart, F., Weinbau und Vogelschutz, s. d. Anm. am Anfang gegenwärtiger Arbeit. — 1911.
- , Neuere Erfahrungen mit der Bekämpfung der Traubenwickler. (Referat auf d. Weinbaukongr. in Würzburg, September 1911.) Neustadt a. d. H. (D. Meininger) 1911.
- , Über die Traubenwickler (*Clysia ambiguella* Hübn. und *Polychrosis botrana* Schiff.) und ihre Bekämpfung, mit Berücksichtigung natürlicher Bekämpfungsfaktoren. T. 1. 1910. T. 2. 1913 (hierin auch der erwähnte Aufsatz über den Rückgang des bekreuzten Traubenwicklers i. J. 1911). Jena (G. Fischer) 1911.
- , Vorstudien zur biologischen Bekämpfung des „Springwurms“ der Rebe (*Oenophthira pilleriana* Schiff.) (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landw. Jg. 1915.)

### Referate.

**Voß, G., Monilia an Obstbäumen.** (Flugblattsamml. üb. Pflanzenschutz d. kgl. Landw. Akad. Bonn-Poppelsdorf, herausgeg. von E. Schaffnit. No. 7. 1915. 4 S.)

Die drei Erreger der Monilia-Krankheit sind: *Sclerotinia* (*Monilia*) *cinerea* Schröt., *Sclerotinia* (*Monilia*) *fructigena* Schröt. und *Sclerotinia* (*Monilia*) *laxa* Ad. et Ruhl. Ihre Unterschiede sind genau angegeben. Diese Arten können Blüten- und Trieberkrankungen sowie zur Zeit der Reife die Fäule der Früchte erzeugen. Die ersteren Krankheiten, besonders bei Sauerkirschen auftretend, machen sich meist ganz plötzlich bemerkbar und werden anfangs mit Folgen von Nachfrösten verwechselt. Ein Teil der Blüten hängt plötzlich schlaff herunter und wird braun. Später trocknen die Blüten zusammen und biegen sich hakenförmig. Benachbarte Sprossen lassen auch oft die Blätter schlaff herabhängen und bräunen, um abzusterben. Warum gerade bestimmte Blütensprosse befallen werden, mag in den verschiedenen Ernährungs- und Entwicklungsverhältnissen und auch in der Wirkung von Spätfrösten zu suchen sein. Vor Wintereintritt nicht gehörig ausgereifte und daher sich im Frühlinge später entwickelnde Triebe sind gegen den Befall weniger widerstandsfähig. — Der Befall der Früchte äußert sich entweder als Grindfäule (Polster- oder Fruchtschimmel) oder als Schwarzfäule. Erstere zeigt sich beim Kernobst als gelbbraunliche Faulstellen, mit Hyphenpolsterchen oft ringförmig versehen, beim Steinobst als mißfarbige Faulstellen mit gleichen Erscheinungen. Bei letzterer Fäule sind die Faulstellen schwarz, es fehlen die Polsterchen und die Stellen verknorpeln allmählich. Zwischen diesen beiden Arten von Fäule gibt es Übergänge. Die befallenen Früchte fallen ab oder verbleiben über den Winter hinaus als „Fruchtmumien“ am Baume. — Gegenmittel: Man Sorge für freien Zutritt von Luft und Licht durch genügende Standweite der Obstbäume. Zu hohen Grundwasserstand beseitigt man durch Drainage oder pflanze die Bäumchen auf Erhöhungen. Man düngt von August bis Oktober nicht mehr. Ist schon die Krankheit aufgetreten, so soll man alle befallenen Blüten- und Laubsprosse sobald als möglich bis aufs gesunde Holz abschneiden und verbrennen. Die befallenen Früchte pflücke man ab und vernichte sie, wie auch die abgefallenen kranken gründlich (Verbrennen oder tiefes Vergraben). Alles trockene Holz muß

im Winter oder bis spätestens April sorgfältig ausgeschnitten werden. Der Kampf gegen die Pilze muß von der ganzen Nachbarschaft getroffen werden; dann wird die Krankheit nach und nach ganz verschwinden.

Matouschek (Wien).

**Frings, Hans, Die Schädlingsbekämpfung in Buschobstanlagen.** (Deutsch. Obstbauzeitg. 1915. S. 104—105.)

Im Herbst soll man, nach Erfahrungen des Verf., mit 25proz. Obstbaumkarbolineum die Blutlausherde und Krebsstellen bepinseln, im Frühjahr beim Aufbrechen der Knospen mit 10proz. Karbolineumlösung spritzen (es zeigen sich keine Verbrennungen). Im April und im Sommer bespritze man gegen Blattläuse mit 250 g Nikotinquassiaextrakt in 100 l Wasser gelöst und mit 2 kg Schmierseife versetzt. Gegen Schorf verwende man Schwefelkalkbrühe (1:35) 14 Tage vor der Blüte und 1:30 14 Tage nach der Blüte, bevor sich der Kelch noch geschlossen hat. Setzt man 100 g Uraniagrün auf 100 l Schwefelkalkbrühe zu, so kann man leicht die Obstmaden bekämpfen.

Matouschek (Wien).

**Wüst, V., Versuche mit Gespinstmotten.** (Entomo. Zeitschr. XXVII. 1914. S. 281.)

Auf einer Böschung bei Rohrbach (Pfalz) nahm Verf. Gespinste von *Hyponomeuta variabilis* Ill., *malinellus*, *evonymellus*, *padi* von den Sträuchern, *Evonymus*, Schlehdorn, Weißdorn und Traubenkirsche, wo die Raupen das Laub abgefressen haben, und stellte sie auf die eingestreuten Kern- und Steinobstgewächse. Doch keine der genannten Arten ging auf die Obstbäume über. Man kann daher ohne Bedenken die oben angeführten Sträucher als Hecken bei Obstgärten verwenden.

Matouschek (Wien).

**Trieschmann, Der Frostspanner, ein Schädling unserer Obstbäume, und seine Bekämpfung.** (Landw. Wochenbl. f. Schlesw.-Holst. Jg. 64. 1914. S. 966—969.)

Zur Bekämpfung des Frostspanners empfiehlt sich die Anbringung von Leimringen. Zum Selbsterstellen eines brauchbaren Leims werden folgende Rezepte erwähnt:

1. 6 Teile weiches Fichtenharz, 5 Teile Raps- oder Stearinöl und 4 Teile Schweineschmalz werden innig vermischt.

2. 2,5 kg Rüßöl und 0,5 kg Schweineschmalz werden bis auf  $\frac{2}{3}$  der Masse unter beständigem Umrühren eingekocht, alsdann werden noch je 0,5 kg Terpentin und Kolophonium zugesetzt.

3. Durch Zusammenschmelzen von Kiefernteer mit Kolophonium im Dampf von siedendem Wasser erhält man ebenfalls brauchbaren Leim.

W. Hert er (Berlin-Steglitz).

## An die Herren Mitarbeiter!

Da die jetzigen Verhältnisse in den Druckereien, vor allen Dingen aber die sich empfindlich bemerkbar machende Papierknappheit, das Erscheinen auch der wissenschaftlichen Zeitschriften unliebsam beeinflussen, sehen sich die Unterzeichneten veranlaßt, an die Herren Mitarbeiter die Bitte zu

richten, sich bei der Abfassung ihrer Arbeiten auf das unbedingt Notwendige und wirklich Neue zu beschränken und die Manuskripte recht deutlich, am besten mit der Schreibmaschine, zu schreiben.

Es ist, wenn ein regelmäßiges und vor allen Dingen auch rasches Erscheinen der eingelieferten Abhandlungen ermöglicht werden soll, mit größter Sorgfalt auf folgende Punkte zu achten:

1. Arbeiten, die einen Umfang von mehr als  $2\frac{1}{2}$  Druckbogen ergeben, sind unbedingt zu vermeiden. Es empfiehlt sich daher, sich den gegenwärtigen Verhältnissen durch möglichste Kürze anzupassen.
2. Abbildungen im Texte, vor allen Dingen aber Tafeln, sind auf das Allernötigste zu beschränken, wobei noch darauf zu achten ist, daß ein möglichst einfaches Reproduktionsverfahren gewährleistet ist.
3. Umfangreiche Literaturangaben, geschichtliche Einleitungen, Krankengeschichten, allzu eingehende Beschreibungen von Präparaten, umfangreiche Tabellen, Kurven usw. sind möglichst zu vermeiden, oder müssen unter Umständen von der Redaktion gekürzt oder gestrichen werden.
4. Die Zahl der Sonderabzüge ist mit Rücksicht auf die große Papiernot möglichst auf die vom Verlage vorgesehene Anzahl von 20 Exemplaren zu beschränken.

**Verlag und Redaktion  
des Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde  
und Infektionskrankheiten.**

#### Inhalt.

##### Original-Abhandlungen.

- Fischer, H.**, Die Kohlensäure-Frage, ist sie neu oder alt?, S. 515.  
**Fringsheim, E.**, Über Kolonien mit Wachstum in einseitwendigen Spiralen, S. 513.  
**Schwangart, F.**, Über Rebenschädlinge und Nützlinge, S. 543.  
**Stranák, F.**, Beiträge zur histologischen und physiologischen Erforschung der bakteriellen Krankheit der Gefäßbündel der Kartoffelknollen, S. 520.

##### Referate.

- Frings, H.**, Die Schädlingsbekämpfung in Buschobstanlagen, S. 559.  
**Trieschmann**, Der Frostspanner, ein Schädling unserer Obstbäume, und seine Bekämpfung, S. 559.  
**Voß, G.**, Monilia an Obstbäumen, S. 558.  
**Wüst, V.**, Versuche mit Gespinstmotten, S. 559.

Die Herren Mitarbeiter werden höflichst gebeten, bereits fertiggestellte Klischees — falls solche mit den Manuskripten abgeliefert werden — nicht der Redaktion, sondern direkt der Verlagsbuchhandlung **Gustav Fischer** in Jena einzusenden.

Abgeschlossen am 30. Oktober 1918.

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.

# Centralblatt für Bakt. etc. II. Abt. Bd. 48. No. 26.

Ausgegeben am 30. Dezember 1918.

## Inhaltsverzeichnis.

### I. Verzeichnis der in Band 48 enthaltenen Arbeiten.

- Appl, Joh.,** Über die im Jahre 1914 beobachteten und untersuchten Krankheiten und Schädlinge der Kulturpflanzen. 506
- Arens, P.,** Die Verwendung von Tephrosia Vogelii als Gründünger und Windbrecher auf Java. 427
- Bachmann, E.,** Der Thallus von Didymella lettauiana Keißl. (Orig.) 290
- Baker, A. C. s. Quaintance, A. L.**
- Barthel, Chr.,** Kulturen von Gärungsorganismen in sterilisierter Erde. 340
- Becker, J.,** Serologische Untersuchung von Kornrade in Mehl und Kleie. (Orig.) 417
- Blösch, Max,** Beitrag zur Untersuchung über die Zoogloea ramigera (Itzigsohn) auf Grund von Reinkulturen. (Orig.) 44
- Boekhout, F. W. J. und Ott de Vries, J. J.,** Die normale Gasbildung im Edamer und Gouda Käse. (Orig.) 130
- Bosinelli, G.,** Die Wirkung des freien Schwefels auf das Pflanzenwachstum. 428
- Brenner, Widar,** Züchtungsversuch einiger im Schlamm lebenden Bakterien auf selenhaltigen Nährböden 131
- Brusoff, A.,** Über eine stäbchenförmige Kalkspeichernde Eisenbakterie aus dem Klärschlamm einer biologischen Abwasser-Kläranlage. (Orig.) 193
- Burri, R. und Hohl, J.,** Periodische Untersuchungen über die Euterbakterien der Kühe des Liebefeldstalles. 423
- Coleman, D. A. s. Kopeloff, N.**
- Dietel, P.,** Über die wirtswechselnden Rostpilze. (Orig.) 470
- Eckelmann, Elisabeth,** Über Bakterien, welche die fraktionierte Sterilisation lebend überdauern. (Orig.) 140
- Eifler, C.,** Meine Versuche mit Uraniagrün 1914. 510
- Eriksson, Jakob,** Fortgesetzte Studien über die Spezialisierung des Getreideschwarzrostes (Puccinia graminis) in Schweden und in anderen Ländern. (Orig.) 349
- Fischer, Hugo,** Die Kohlensäure-Frage, ist sie neu oder alt? (Orig.) 515
- Frings, Hans,** Die Schädlingsbekämpfung in Buschobstanlagen. 559
- Frost, W. D.,** Rapid method of counting bacteria in milk. 424
- Goodey, T.,** Investigations on protozoa in relation to the factor limiting bacterial activity in soil. 430
- Hasler, Alfred,** Beiträge zur Kenntnis der Crepis- und Centaurea-Puccinien vom Typus der Puccinia hieracii. (Orig.) 221
- Heikertinger, Fr.,** Die Frage von den natürlichen Pflanzenschutzmitteln gegen Tierfraß und ihre Lösung. 508
- Heinricher, E.,** Beiträge zur Biologie der Zwergmistel, Arceuthobium oxycedri, besonders zur Kenntnis des anatomischen Baues und der Mechanik ihrer explosiven Beeren. 500
- , Die Keimung und Entwicklungsgeschichte der Wacholdermistel, Arceuthobium oxycedri, auf Grund durchgeführter Kulturen geschildert. 502
- Hohl, J. s. Burri, R.**
- Homburger, E.,** Behandlung von Pflanzen mit Hochfrequenzströmen. 500
- Howard, L. O.,** Concerning some Apheliniae. 326
- Hubenthal, Wilh.,** Über einige in Deutschland eingeschleppte exotische Käfer. 325
- Humbert, J. G. s. Selby, A. D.**
- Huß, Harald,** Die Eijkmansche Gärprobe. (Orig.) 295
- Kappen, H. und Quensell, E.,** Über die Umwandlungen von Schwefel und Schwefelverbindungen im Ackerboden, ein Beitrag zur Kenntnis des Schwefelkreislaufs. 428
- Koch, A.,** Versuche über den Melasse-schlempedünger Guanol. 425
- Kopeloff, A., Lint, H. C. and Coleman, D. A.,** Protozoology applied to the soil. 430
- — —, Separation of soil protozoa. 430
- Kossowicz, Alexander,** Die Bakterien der Fleischkonserven-Bombage. (Orig.) 41
- Kürsteiner, J.,** Erfahrungen bei der Herstellung und Verwendung der vom Käser selbst gezüchteten Milchsäurebakterienkultur (Käsereikultur) im Jahre 1910. 422

- Lint, H. C. s. Kopeloff, H.  
 Lüdi, Werner, *Puccinia petasiti-pulchellae*  
 nov. spec. (Orig.) 76
- Magerstein, Vinzenz, Über das Auftreten des  
 samtstieligen Blätterschwammes in Wei-  
 denkulturen. 510
- Magnusson, Hilding, Ein Beitrag zur Kennt-  
 nis der schleimigen Zersetzung von Nah-  
 rungsmitteln. (Orig.) 459
- Malloch, J. R., Description of a new species  
 of *Agromyza* from Porto Rico. 326
- Marlatt, C. L., Cockroaches 327
- Meier, Walter, Untersuchungen über zweck-  
 mäßige Kultivierungsmethoden für die  
 Bakterien der frischemolkenen Kuh-  
 milch. (Orig.) 433
- Müller, Karl, Das Franzosenunkraut (*Ga-  
 linsoga parviflora*). 183
- Müller-Thurgau, H. und Osterwalder, A.,  
 Weitere Beiträge zur Kenntnis der Man-  
 nitbakterien im Wein. (Orig.) 1
- Neger, F. W., Die Bedeutung des Habitus-  
 bildes für die Diagnostik von Pflanzen-  
 krankheiten. (Orig.) 178
- , Die Stärkeökonomie der grünen Pflanze 426
- Oberstein, Coelinus niger Nees als Schma-  
 rotzer (natürlicher Feind) der Weizen-  
 halmfliege. (Orig.) 286
- Oelsner, Alice, Über Nitratreduktion in  
 nassem Ackerboden ohne Zusatz von  
 Energiematerial. (Orig.) 210
- Osterwalder, A. s. Müller-Thurgau, H.
- Otto de Vries, J. J. s. Boekhout, F. W. J.
- Paravicini, Eug., Zur Frage des Zellkernes  
 der Bakterien. (Orig.) 337
- Pfeiffer und Simmermacher, Beitrag zur  
 Wirkung des Schwefels auf die Pflanzen-  
 produktion. 428
- Pierce, W. Dwight, Descriptions of two  
 new species of Strepsiptera parasitic on  
 sugar cane insects. 326
- Pringsheim, E., Über Kolonien mit Wachs-  
 tum in einseitigen Spiralen. (Orig.) 513
- Quaintance, A. L. and Baker, A. C., Classi-  
 fication of the Aleyrodidae. 326
- Quensell, E. s. Kappen, H.
- Ramsey, R. R., Radium fertilizer. 426
- Reum, W., Beobachtungen an der Raupe  
 von *Tinea pellionella*. 326
- Rohwer, A. S., Descriptions of Braconidae. 326
- , Descriptions of two parasitic Hyme-  
 noptera. 327
- Rolet, A., Désinfection des sols par le sul-  
 fure de carbone. 429
- Rudow, Die Schmarotzer der Fliegen,  
 Diptera. 325
- , Die Schmarotzer der wanzenartigen  
 Insekten, Hemiptera, Homoptera, Rhyn-  
 chota. 325
- , Massenhaftes Auftreten von Insekten. 322
- Russell, E. J., Soil protozoa and soil bac-  
 teria. 430
- Sasscer, E. R., Catalogue of recently des-  
 cribed coccidae. 327
- Schaffnit, E., Die Bekämpfung des Hede-  
 richs. 182
- , Der praktische Pflanzenschutz in der  
 Rheinprovinz. 183
- Schulze, B., Beitrag zur Frage der Wir-  
 kung von Reizstoffen auf die Pflanzen-  
 entwicklung. 427
- Schwangart, Über Rebenschädlinge und  
 -nützlinge. 543
- Schwappach, Die Verwendung städtischer  
 Abwässer und von Hausmüll zur Forst-  
 düngung. 426
- Selby, A. D. and Humbert, J. G., Methods  
 of soil sterilization for plant beds and  
 greenhouses. 430
- Simmermacher, s. Pfeiffer.
- Snyder, Thos. E., Biology of the termites of  
 the Eastern United States with preven-  
 tive and remedial measures. 327
- Straňák, F., Beiträge zur histologischen  
 und physiologischen Erforschung der  
 bakteriellen Krankheit der Gefäßbündel  
 der Kartoffelknollen. (Orig.) 520
- Thompson, William, R., Sur une Tachinaire  
 parasite à stade intraarticulaire. 327
- Thumm, K., Die Bedeutung der Fäulnis-  
 probe in der Abwasserfrage. 181
- Trieschmann, Der Frostspanner, ein Schäd-  
 ling unserer Obstbäume, und seine Be-  
 kämpfung. 559
- Trommsdorff, Richard, Über die Wachs-  
 tumsbedingungen der Abwasserpilze *Lep-  
 tomitus* und *Sphaerotilus*. (Orig.) 62
- Uffeln, K., Die Großschmetterlinge West-  
 falens. Nachträge und Berichtigungen. 506
- Van der Goot, P., Beiträge zur Kenntnis  
 der Holländischen Blattläuse. Eine  
 morphologisch-systematische Studie. 505
- Voges, E., Zur Richtigstellung. 420
- Voß, G., Monilia an Obstbäumen. 558
- Wagner, Paul, Die Wirkung von Stallmist  
 und Handelsdünger nach den Ergebnissen  
 von 4—14jährigen Versuchen. 424
- Wenz, W., Einseitige Schädigung von  
 Bäumen durch Rauchgase. 328
- Westerdijk, J., Phytopathology in the trop-  
 ics. 321
- Will, H., Noch einige Mitteilungen über das  
 Vorkommen von lebens- und vermeh-  
 rungsfähigen Zellen in alten Kulturen  
 von Sproßpilzen. (Orig.) 35

- Woebel, G.**, Der Schutz der Ernteprodukte gegen Sperlingsfraß. 324  
**Wöltje, Wilhelm**, Unterscheidung einiger *Penicillium*-Spezies nach physiologischen Merkmalen. (Orig.) 97  
**Wörner**, Die Vertilgung der Ackerunkräuter. 182  
**Wolszen Kühr jr., C. A. H. von**, Het biochemische reductieproces in den bodem. 428  
**Wüst, V.**, Versuche mit Gespinstmotten. 559  
**Yendo, K.**, On the cultivation of seaweeds, with special accounts of their ecology. 322  
**York, H. H.**, The origin and development of the embryosac and embryo of *Dendrophthora opuntioides* and *D. gracile*. 503

## II. Namen- und Sachverzeichnis.

- Aaskäfer**, Schädlinge von Zuckerrüben. 507  
**Abies balsamea**, Aecidienwirt von *Hyalospora polypodii dryopteridis*. 471  
 —, — — *Melampsora arctica*. 471  
 —, — — *Pucciniastrum abieti-chamaenerii*. 471  
 —, — — *Pucciniastrum arcticum*. 471  
 —, — — *Pucciniastrum goeppertianum*. 471  
 —, — — *Pucciniastrum minimum*. 471  
 —, — — *Uredinopsis*-Arten. 471  
**Abies cephalonica**, Aecidienwirt von *Melisina blechni*. 471  
**Abies lasiocarpa**, Aecidienwirt von *Melampsorella caryophyllacearum*. 471  
 —, — — *Pucciniastrum abieti-chamaenerii*. 471  
**Abies pectinata**, Aecidienwirt von *Melampsora abieti caprearum*. 471  
 —, — — *Melampsorella caryophyllacearum*. 471  
 —, — — *Melampsorella symphyti*. 471  
 —, — — *Melisina blechni*. 471  
 —, — — *Pucciniastrum abieti-chamaenerii*. 471  
 —, — — *Pucciniastrum circaeae*. 471  
 —, — — *Pucciniastrum goeppertianum*. 471  
 —, — — *Uredinopsis struthiopteridis*. 471  
**Abwasser**, biologische Kläranlage, Vorkommen von Eisenbakterien. 193  
 —, Prüfung, Bedeutung der Fäulnisprobe. 181  
 —, Reinigung, Bedeutung von *Zoogloea ramigera*. 57  
 —, Verwendung zur Düngung von Bäumen. 426  
**Abwasserpilze**, Wachstumsbedingungen. 62  
**Acacia**, Schädigung durch *Acanthoscelides tetricus*. 325  
**Acanthoscelides tetricus**, Schädling von *Acacia*. 325  
**Achillea ptarmica**, Aecidienwirt von *Puccinia vulpiniae*. 479  
**Ackersenf**, Bekämpfung durch Bodenbearbeitung. 182  
**Aconitum septentrionale**, Aecidienwirt von *Puccinia subalpina*. 484  
**Actaea spicata**, Aecidienwirt von *Puccinia actaeae-agropyri*. 484  
**Adenostyles alpina**, Aecidienwirt von *Uromyces veratri*. 478  
 —, Teleutowirt von *Coleosporium callicae*. 474  
**Adoxa moschatellina**, Aecidienwirt von *Puccinia argentata*. 485  
**Aegeria castaneae** s. *Sesia castaneae*.  
**Äpfelsäure**, Zersetzung durch *Bacterium gracile*. 19  
 —, — *Bacterium intermedium*. 4. 12  
 —, — — *Bacterium mannitopoeum*. 12  
 —, — — *Micrococcus acidovorax*. 19  
 —, — — *Micrococcus variococcus*. 19  
**Agoseris glauca**, Aecidienwirt von *Puccinia patruelis*. 479  
**Agromyza inaequalis** n. sp., Schädling von *Vigna repens*. 326  
**Agropyrum**-Arten, Teleutowirte von *Puccinia agropyri*. 484  
 — biflorum, Teleutowirt von *Puccinia oblitterata*. 484  
 — caninum, Teleutowirt von *Puccinia*-Arten. 484  
 — cristatum, Teleutowirt von *Puccinia elymi*. 484  
 — repens, Teleutowirt von *Puccinia persistens*. 484  
 — tenerum, Teleutowirt von *Puccinia montanensis*. 484  
 — trichophorum, Teleutowirt von *Puccinia cerinthes-agropyrina*. 484  
**Agrostemma githago**, Nachweis in Mehl und Kleie mit Praecipitinreaktion. 418  
**Agrostis**-Arten, Teleutowirte von *Puccinia agrostidis*. 482  
 — borealis, Teleutowirt von *Puccinia borealis*. 482  
 — canina, Schädigung durch *Puccinia graminis* f. sp. *agrostis*. 349  
 — stolonifera, Schädigung durch *Puccinia graminis* f. sp. *agrostis*. 349  
 — —, Wirtspflanze von *Puccinia graminis*. 351. 353  
 — vulgaris, Wirtspflanze von *Puccinia graminis*. 353  
**Agropyron flaveolatum**, Schlüpfzeit. 549

- Aira bottnica*, Schädigung durch *Puccinia graminis* f. sp. *airae*. 349  
 — *caespitosa*, Schädigung durch *Puccinia graminis* f. sp. *airae*. 349  
 — *flexuosa*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis*. 353  
 — *grandis*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis*. 353  
*Ajuga chia*, Aecidienwirt von *Puccinia stipina*. 482  
*Akazie*, Düngungsversuche mit Abwasser. 426  
*Alantus marginellus*, Schädling von *Umbelliferen*. 323  
*Alectorolophus major* und *A. minor*, Teleutowirte von *Coleosporium euphrasiae*. 473  
*Aleyrodidae*, Bestimmungstabelle. 326  
*Allium*-Arten, Aecidienwirte von *Melampsora allii-fragilis*. 472  
 — — — *Melampsora allii-populina*. 472  
 — — — *Melampsora allii-salicis albae*. 472  
 — — — *Puccinia australis*. 483  
 — — — *Puccinia winteriana*. 481  
*Allodorus tomosiae* n. sp., natürlicher Feind von *Tomoxia lineella*. 326  
*Alopecurus*-Arten, Teleutowirte von *Puccinia perplexans*. 482  
 — *nigricans*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis*. 352. 353  
 — *pratensis*, Teleutowirt von *Puccinia lolii*. 481  
 — — — Wirtspflanze von *Puccinia graminis* f. sp. *avenae*. 349. 353  
*Ambrosia psilostachyae*, Aecidienwirt von *Uromyces junci*. 477  
*Amelanchier alnifolia*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium aurantiacum*. 476  
 — -Arten, Aecidienwirte von *Gymnosporangium clavipes*. 476  
 — — — *Gymnosporangium corniculans*. 475  
 — — — *Gymnosporangium juvenescens*. 476  
 — — — *Gymnosporangium nelsoni*. 476  
 — *canadensis*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium biseptatum*. 476  
 — — — *Gymnosporangium clavariaeforme*. 475  
 — *erecta*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium clavariaeforme*. 475  
 — — — *Gymnosporangium inconspicuum*. 476  
 — — — *Gymnosporangium nidusavis*. 475  
 — *intermedia*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium biseptatum*. 476  
 — — — *Gymnosporangium clavariaeforme*. 475  
 — *ovalis*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium amelanchieris*. 475  
*Amelanchier vulgaris*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium aurantiacum*. 476  
 — — — *Gymnosporangium clavariaeforme*. 475  
 — *vulgaris*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium inconspicuum*. 476  
 — — — *Gymnosporangium kernianum*. 476  
 — — — *Gymnosporangium nidusavis*. 475  
 — — — *Gymnosporangium torminali-juniperinum*. 475  
*Ammoniak*, Bildung durch *Penicillium roqueforti* auf Milch. 120  
*Amygdalus communis*, Teleutowirt von *Puccinia pruni spinosae*. 485  
*Anchusa*-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia dispersa*. 480  
*Andricus terminalis*, Gallenbildung an Eichen. 323  
*Andropogon*-Arten, Teleutowirte von *Puccinia andropogonis*. 481  
 — — — *Puccinia pustulata*. 481  
 — *hallii*, Teleutowirt von *Puccinia canothi*. 481  
 — *virginicus*, Teleutowirt von *Puccinia ellisiana*. 481  
 — — — *Uromyces andropogonis*. 478  
*Anemone*-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia pruni spinosae*. 485  
 — *canadensis*, Aecidienwirt von *Puccinia simillima*. 483  
 — *cylindrica*, Aecidienwirt von *Puccinia agropyri*. 484  
 — *nemorosa*, Aecidienwirt von *Ochropsora sorbi*. 475  
*Anethum graveolens*, Aecidienwirt von *Puccinia isiacae*. 483  
*Angelica silvestris*, Aecidienwirt von *Puccinia angelicae-mamillata*. 485  
 — — — *Puccinia cari-bistortae*. 485  
 — — — *Puccinia polygoni vivipari*. 485  
*Anomalon circumflexum*, massenhaftes Auftreten. 323  
 — — — natürlicher Feind von *Bombyx pini*. 323  
 — *flaveolatum*, massenhaftes Auftreten. 323  
*Anthomyia conformis*, Schädling der Zuckerrüben. 507  
*Apera spica venti*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis* f. sp. *aperae*. 370  
*Apfelbaum*, s. *a. Pirus malus*.  
 — — — Krebs. 507  
 — — — Schädigung durch Blattläuse. 507  
 — — — Blutlaus. 507  
 — — — Kommaschildlaus. 507  
 — — — Mehltau. 507  
 — — — Monilia. 507  
*Apfelbaumgespinstmotte*, Auftreten. 508  
*Apfelblütenstecher*, Auftreten. 508  
*Apfelsauger*, Auftreten. 507  
*Apfelschorf*, Auftreten. 507



- Apfelsine, Fäulnis durch *Penicillium italicum*. 120  
 Apfelwickler, Auftreten. 507  
 —, Bekämpfung mit *Uraniagrün*. 510  
*Aphidius abietis*, natürlicher Feind von *Lachnus pini*. 325  
 — *absynthii*, natürlicher Feind von Blattläusen. 323  
 — *cerasi*, natürlicher Feind von *Myzus cerasi*. 325  
 — *pini*, natürlicher Feind von *Lachnus pini*. 325  
*Aphis papaveris*, Schädling von Zuckerrüben. 507  
*Aphis pruni*, *Praon volucre* natürlicher Feind. 325  
*Apiculatus*, Zugehörigkeit zu *Torulaceen*. 36  
*Apion*, Schädling vom Klee. 507  
*Apocynum cannabinum*, Aecidienwirt von *Puccinia seymouriana*. 482  
 Aprikosenbaum, Schädigung durch *Monilia*. 507  
*Aquilegia*-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia agrostidis*. 482  
 — *canadensis*, Aecidienwirt von *Puccinia oblitterata*. 484  
*Arabinose*, I., Zersetzung durch *Bacterium mannitopoeum*. 11  
*Arceuthobium oxycedri*, Biologie. 500. 502  
*Arctostaphylos alpina*, Teleutowirt von *Pucciniastrum sparsum*. 471  
 — *uva ursi*, Teleutowirt von *Pucciniastrum sparsum*. 471  
*Arenaria serpyllifolia*, Teleutowirt von *Melampsorella caryophyllacearum*. 471  
*Aristida*-Arten, Teleutowirt von *Uromyces seditiosus*. 477  
 — *permata*, Teleutowirt von *Puccinia aristidae*. 482  
*Aronia*-Arten, Aecidienwirte von *Gymnosporangium davisii*. 476  
 — *arbutifolia*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium effusum*. 475  
 — —, — — *Gymnosporangium fraterum*. 476  
 — *nigra*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium fraterum*. 476  
*Arrhenaterum elatius*, Teleutowirt von *Puccinia arrhenateri*. 482  
 — —, — — *Puccinia lolii*. 481  
*Artemisia dracunculoides*, Aecidienwirt von *Puccinia universalis*. 479  
 — *vulgaris*, Gallenbildung durch Blattläuse. 323  
*Arum maculatum*, Aecidienwirt von *Puccinia phalaridis*. 481  
*Asclepias*-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia bartholomaei*. 482  
 — *syriaca*, Aecidienwirt von *Puccinia seymouriana*. 482  
*Asphondylia verbasci*, Gallenbildung an *Verbascum*. 324  
*Aspidiotus*, *Physcus fijiensis* natürlicher Feind. 326  
*Aspidium thelypteris*, Teleutowirt von *Uredinopsis atkinsonii*. 471  
*Aster*-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia extensicola*. 480  
 — —, — — *Puccinia stipae*. 482  
 — —, — — *Uromyces perigynius*. 477  
 — —, Teleutowirte von *Coleosporium asterum*. 474  
*Astragalus*-Arten, Teleutowirte von *Uromyces astragali*. 478  
*Astrantia minor*, Aecidienwirt von *Puccinia astrantiae-vivipari*. 485  
*Athalia spinarum*, massenhaftes Auftreten. 323  
*Atriplex hastata*, Aecidienwirt von *Puccinia subnitens*. 483  
 — —, — — *Uromyces peekianus*. 477  
*Avena barbata*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis*. 352. 353  
*Avena brevis*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis* f. sp. *avenae*. 349  
 — *chinensis*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis*. 352. 353  
 — *elatior*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis* f. sp. *avenae*. 349  
 — *nuda*, neue Wirtspflanze von *Puccinia graminis*. 350. 353  
 — *purpurea*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis*. 352. 353  
 — *sativa*, s. a. Hafer.  
 — —, Schädigung durch *Puccinia graminis* f. sp. *avenae*. 349  
 — —, Teleutowirt von *Puccinia lolii*. 481  
 — —, Wirtspflanze von *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. 349  
 — *sterilis*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis* f. sp. *avenae*. 349  
*Azotus chionaspidis* n. sp., natürlicher Feind von *Chionaspis difficilis*. 326  
*Bacillus amylobacter*, Auftreten, Bedeutung der Kalidüngung. 539  
 — *megatherium*, Kernnachweis, Methode. 339  
 — *mesentericus vulgatus*, Impfung von Fleischkonserven, Bombageversuch. 43  
 — *mycoides*, Kernnachweis, Methode. 338  
 — —, Wachstum in einseitswendigen Spiralen. 513  
 — *putrificus*, Erreger der Fleischkonserven Bombage. 43  
 — *solanacearum*, Schädling der Tabakpflanze. 322  
 — *subtilis*, Impfung von Fleischkonserven, Bombageversuch. 43  
*Bacterium aerogenes*, Kernnachweis, Methode. 339  
 — *coli*, Erreger der Fleischkonserven-Bombage. 43  
 — *gayoni*, Diagnose. 33  
 — —, Milch- und Essigsäurebildung. 7. 15  
 — —, morphologische Merkmale. 27  
 — —, Zersetzung von Methylglucosid. 12  
 — —, — — Xylose. 11

- Bacterium gayoni*, Zersetzung verschiedener Zuckerarten. 7. 9
- *gracile*, Vorkommen in Obstwein. 1
- —, Zersetzung von Äpfelsäure. 19
- *intermedium*, Diagnose. 33
- —, Milch- und Essigsäurebildung. 3. 15
- —, morphologische Merkmale. 27
- —, Zersetzung von Äpfelsäure. 4. 12
- —, — Methylglucosid. 12
- —, — Xylose. 11
- —, — verschiedener Zuckerarten. 3
- *lactis viscosum*, Fadenziehen von Milch. 467
- *mannitopoeum*, Milch- und Essigsäurebildung. 3. 15
- —, morphologische Merkmale. 27
- —, Vorkommen in Obstwein. 1
- —, Zersetzung von Äpfelsäure. 12
- —, — l-Arabinose. 11
- —, — Methylglucosid. 12
- —, — Xylose. 11
- —, — Zitronensäure. 5. 14
- —, — verschiedener Zuckerarten. 3. 7. 9
- *vulgare*, Erreger der Fleischkonserven-Bombage. 43
- Bakterien, Boden-, Tätigkeit, Bedeutung der Protozoen. 430
- , Eisen-, Vorkommen in biologischen Abwasserkläranlagen. 193
- , Euter-, Untersuchung. 423
- , Kernnachweis, Methode. 337
- , Milch-, Entwicklung, Wirkung von Pepton. 447. 453
- , —, Kultivierungsmethoden. 434
- , Milchsäure-, Kultur zur Käsebereitung. 422
- , Schleimbildung an Wurst. 459
- , Sporen, Keimung, Wirkung von Sauerstoff. 176
- , —, Thermoresistenz, Verlust und Zurrückgewinnung. 173
- , sulfatreduzierende, Vorkommen im Boden. 428
- , Wachstum in einseitwendigen Spiralen. 513
- , Widerstandsfähigkeit gegen fraktionierte Sterilisation. 140
- , Zuchtungsversuche einiger im Schlamm lebenden. 431
- Bakteriengehalt der Milch, Bestimmungsmethode. 424
- — —, Untersuchungsmethode. 433
- Bakterienringkrankheit der Kartoffel. 507
- Barbaraea vulgaris*, Aecidienwirt von *Puccinia isiacae*. 483
- Baumweißling, Schädling von Obstbäumen. 507
- Bellidiastrum michelii*, Aecidienwirt von *Puccinia firma*. 479
- Bellis perennis*, Aecidienwirt von *Puccinia obscura*. 478
- Berberis-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia graminis*. 480
- Berberis vulgaris*, Aecidienwirt von *Puccinia arrhenateri*. 482
- Berberitze, Einführung in Europa. 397
- Bergahorn, Gallenbildung durch *Pediaspis aceris*. 323
- Berula angustifolia*, Aecidienwirt von *Uromyces lineolatus*. 477
- Betula*, s. a. Birke.
- Arten, Teleutowirte von *Melampyridium betulinum*. 471
- Bidens connatus*, Aecidienwirt von *Puccinia obtecta*. 478
- *frondosus*, Aecidienwirt von *Puccinia obtecta*. 478
- Birke, s. a. *Betula*.
- , Schädigung durch *Cheimatobia boreata*. 324
- , — *Cheimatobia brumata*. 324
- Birnbaum, s. a. *Pirus communis*.
- , Schädigung durch Blattläuse. 507
- , — *Hoplocampa*. 323
- , — *Lyda pyri*. 323
- , — *Monilia*. 507
- Birnenschorf, Auftreten. 507
- Birnsauger, Auftreten. 507
- Biscutella*, Aecidienwirt von *Puccinia isiacae*. 483
- Blatella germanica*, Biologie und Bekämpfung. 327
- Blatta orientalis*, Biologie und Bekämpfung. 327
- , massenhaftes Auftreten. 324
- Blattläuse, *Aphidius absynthii* natürlicher Feind. 323
- , Gallenbildung an *Artemisia vulgaris*. 323
- , holländische, Morphologie und Systematik. 505
- , Schädlinge von Obstbäumen. 507
- Blattrollkrankheit der Kartoffel. 507
- Blaukopf, Schädling von Obstbäumen. 507
- Blechnum spicant*, Teleutowirt von *Melissina blechni*. 471
- , Bekämpfung mit Karbolineum. 559
- , Schädling von Obstbäumen. 507
- Boden, Anhäufung mit Protozoen. 430
- , Bedeutung für Thermoresistenz von Bakteriensporen. 175
- , Denitrifikation, Bedeutung der Durchlüftung. 216
- , —, — des Wassergehaltes. 210
- , Düngung mit Stallmist und Kunstdünger, Versuche. 424
- , Feuchtigkeitsgehalt, Bedeutung für das Wachstum von Gärungsorganismen. 346
- , Protozoen, Bedeutung für die Bakterienflora. 430
- , Humusgehalt, Bedeutung für die Assimilation der Pflanzen. 518
- , Radiumgehalt. 426
- , Schwefelkohlenstoffbehandlung. 429
- , Schwefelverbindungen, Umwandlung. 428

- Boden, Sterilisation mit Dampf und Formalin. 430  
 —, Vorkommen von *Pseudosaccharomyces apiculatus*. 341  
 —, — sulfatreduzierender Bakterien. 428  
 —, — thermoresistenter Bakterien. 143  
 Bohne, Behandlung mit Hochfrequenzströmen. 500  
 —, Schädigung durch *Gloeosporium lindemuthianum*. 507  
 —, Welkekrankheit durch *Fusarium*. 507  
 Bombage von Fleischkonserven, Erreger. 41  
*Bombyx pini*, *Anomalon circumflexum* natürlicher Feind. 323  
 — —, *Ichneumon bilunulatus* natürlicher Feind. 323  
 — —, *Ichneumon culpator* natürlicher Feind. 323  
 — —, Schädling der Kiefer. 323  
 — *pudibunda*, *Glypta pudibundae* natürlicher Feind. 323  
 — —, Schädling der Rotbuche. 323  
*Botrytis*, Schädling von Erdbeerpflanzen. 508  
 —, — vom Johannisbeerstrauch. 508  
*Bouoliana*, Schädling der Kiefer. 323  
*Bouteloua curtipendula*, Teleutowirt von *Puccinia bartholomaei*. 482  
*Brachycolus tritici*, *Mesidia gilletei* n. sp. natürlicher Feind. 326  
*Brachypodium silvaticum*, Teleutowirt von *Puccinia himalensis*. 481  
*Bracon urinator*, natürlicher Feind von *Phora rufipes* und *Ph. tuberum*. 325  
 — variator, natürlicher Feind von *Phora rufipes* und *Ph. tuberum*. 325  
*Briza maxima*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis* f. sp. *avenae*. 349. 353  
 Brombeere, Gallenbildung durch *Diastrofus rubi*. 323  
*Bromus adoensis*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis*. 352. 353  
 — Arten, Teleutowirte von *Puccinia bromina*. 484  
 — *arvensis*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis* f. sp. *avenae*. 349. 353  
 — *brachystachys*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis* f. sp. *avenae*. 349. 353  
 — *brizaeformis*, neue Wirtspflanze von *Puccinia graminis*. 350. 353  
 — *ciliatus*, Teleutowirt von *Puccinia hydroidea*. 484  
 — — — *Puccinia tomipara*. 484  
 — *madritensis*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis* f. sp. *avenae*. 349. 353  
 — *purgans*, Teleutowirt von *Puccinia tomipara*. 484  
 — *secalinus*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis* f. sp. *secalis*. 349. 353  
*Brunella vulgaris*, Aecidienwirt von *Puccinia brunellarum-moliniae*. 483  
*Bryobia ribis*, Schädling vom Stachelbeerstrauch. 508  
 Buche, Gallenbildung durch *Cecidomyia annulipes*. 508  
*Bupalus piniarius*, Schädling der Kiefer. 323  
*Bupleurum rotundifolium*, Aecidienwirt von *Puccinia isiacae*. 483  
*Calamagrostis epigeios*, neue Wirtspflanze von *Puccinia graminis*. 350. 353  
 — *varia*, neue Wirtspflanze von *Puccinia graminis*. 351. 353  
*Calamovilfa longifolia*, Teleutowirt von *Puccinia amphigena*. 482  
*Calandra granarius*, massenhaftes Auftreten. 323  
*Callirhoe involucrata*, Aecidienwirt von *Puccinia muhlenbergiae*. 482  
*Campanula*-Arten, Teleutowirte von *Coleosporium campanulae*. 473  
*Capsella bursa pastoris*, Aecidienwirt von *Puccinia isiacae*. 483  
 — — — — *Puccinia subnitens*. 483  
*Caragana arborescens*, Teleutowirt von *Uromyces caraganae*. 478  
 — *frutescens*, Teleutowirt von *Uromyces caraganae*. 478  
*Carduus flodmanni*, Aecidienwirt von *Uromyces junci*. 477  
*Carex*-Arten, Teleutowirte von *Puccinia bolleyana*. 480  
 — — — — *Puccinia caricis*. 480  
 — — — — *Puccinia caricis solidaginis*. 479  
 — — — — *Puccinia centaureae-caricis*. 479  
 — — — — *Puccinia dioicae*. 479  
 — — — — *Puccinia extensicola*. 480  
 — — — — *Puccinia peckii*. 480  
 — — — — *Puccinia ribesii-caricis*. 480  
 — *arenaria*, Teleutowirt von *Puccinia schoeleriana*. 479  
 — — — — *Puccinia silvatica*. 479  
 — — — — *Uromyces perigynius*. 477  
 — *comosa*, Teleutowirt von *Puccinia macrospora*. 480  
 — *festucacea*, Teleutowirt von *Puccinia caricis-erigerontis*. 479  
 — *filiformis*, Teleutowirt von *Puccinia minutissima*. 480  
 — *firma*, Teleutowirt von *Puccinia firma*. 479  
 — *flava*, Teleutowirt von *Puccinia schroeteriana*. 479  
 — *frigida*, Teleutowirt von *Puccinia caricis frigidae*. 479  
 — *goodenoughii*, Teleutowirt von *Puccinia paludosa*. 480  
 — — — — *Puccinia uliginosa*. 480  
 — *humilis*, Teleutowirt von *Puccinia linsyridi-caricis*. 479  
 — *lanuginosa*, Teleutowirt von *Puccinia limosae*. 480  
 — *ligerica*, Teleutowirt von *Puccinia ligericae*. 479

- Carex limosa*, Teleutowirt von *Puccinia karelica*. 480  
 — *longirostris*, Teleutowirt von *Puccinia phrymae*. 480  
 — *montana*, Teleutowirt von *Puccinia aecidii leucanthemi*. 479  
 — *muricata*, Teleutowirt von *Puccinia opizii*. 479  
 — *pratensis*, Teleutowirt von *Puccinia patruelis*. 479  
 — *rupestris*, Teleutowirt von *Puccinia rupestris*. 479  
 — *sempervirens*, Teleutowirt von *Uromyces caricis sempervirentia*. 477  
 — *siccata*, Teleutowirt von *Puccinia opizii*. 479  
 — *stenophylla*, Teleutowirt von *Puccinia universalis*. 479  
 — *vaginata*, Teleutowirt von *Puccinia vaginatae*. 479  
 — *vulpina*, Teleutowirt von *Puccinia vulpinae*. 479  
*Carum carvi*, Aecidienwirt von *Puccinia cari-bistortae*. 485  
*Caryoborus*, Schädling von Steinnüssen. 325  
*Cassandra calyculata*, Teleutowirt von *Chrysomyxa cassandrae*. 473  
*Castilleja miniata*, Teleutowirt von *Cronartium coleosporioides*. 474  
*Ceanothus americanus*, Aecidienwirt von *Puccinia ceanothi*. 481  
*Cecidomyia annulipes*, Gallenbildung an Buchen. 508  
 — *piri*, Entedon oleinus natürlicher Feind. 325  
 — —, *Platygaster niger* natürlicher Feind. 325  
*Centaurea alba*, Infektion durch *Puccinia centaureae* f. sp. *albae*. 270  
 — — — *Puccinia centaureae* f. sp. *rhenanae*. 268  
 — *jacea*, Infektion durch *Puccinia centaureae* f. sp. *transalpinae*. 271  
 — *alba*, Infektion durch *Puccinia centaureae* f. sp. *vallesiacae*. 267  
 — — — *Puccinia jaceae*. 275. 276  
 — — — *Puccinia centaureae* f. sp. *transalpinae*. 271  
 — -Arten, Aecidienwirte von *Puccinia centaureae-caricis*. 479  
 — *austriaca*, Infektion durch *Puccinia centaureae* f. sp. *transalpinae*. 271  
 — — — *Puccinia jaceae*. 275. 276  
 — *axillaris*, Infektion durch *Puccinia centaureae* f. sp. *maculosae*. 269  
 — *cyanus*, Infektion durch *Puccinia centaureae* f. sp. *vallesiacae*. 266. 267  
 — — — *Puccinia jaceae*. 275. 276  
 — *diffusa*, Infektion durch *Puccinia jaceae*. 275. 276  
 — *jacea*, Infektion durch *Puccinia jaceae*. 275. 276  
 — — var. *angustifolia*, Infektion durch *Puccinia centaureae*. 277  
*Centaurea dacea* var. *angusticolia*, Infektion durch *Puccinia jaceae*. 275. 276  
 — — — *longifolia*, Infektion durch *Puccinia centaureae* f. sp. *transalpinae*. 271  
 — *maculosa*, Infektion durch *Puccinia centaureae* f. sp. *maculosae*. 269  
 — *nervosa*, Infektion durch *Puccinia centaureae*. 277  
 — — — *Puccinia centaureae* f. sp. *nervosae*. 274  
 — — — *Puccinia centaureae* f. sp. *transalpinae*. 271  
 — *nigra*, Infektion durch *Puccinia centaureae*. 277  
 — — — *Puccinia centaureae* f. sp. *nigrae*. 273. 274  
 — — — *Puccinia jaceae*. 275. 276  
 — *nigrescens*, Infektion durch *Puccinia centaureae*. 277  
 — — — *Puccinia centaureae* f. sp. *transalpinae*. 271  
 — — — *Puccinia jaceae*. 275. 276  
 — *phrygia*, Infektion durch *Puccinia centaureae* f. sp. *transalpinae*. 271  
 — — — *Puccinia jaceae*. 276  
 — *rhenana*, Infektion durch *Puccinia centaureae* f. sp. *albae*. 270  
 — — — *Puccinia centaureae* f. sp. *rhenanae*. 268  
 — — — *Puccinia centaureae* f. sp. *vallesiacae*. 267  
 — — — *Puccinia jaceae*. 275. 276  
 — *scabiosa*, Infektion durch *Puccinia centaureae* f. sp. *scabiosae*. 272  
 — *transalpina*, Infektion durch *Puccinia centaureae*. 277  
 — — — *Puccinia centaureae* f. sp. *transalpinae*. 271  
 — — — *Puccinia jaceae*. 275. 276  
 — *vallesiaca*, Infektion durch *Puccinia centaureae* f. sp. *albae*. 270  
 — — — *Puccinia centaureae* f. sp. *maculosae*. 269  
 — — — *Puccinia centaureae* f. sp. *vallesiacae*. 266. 267  
*Cephalanthus occidentalis*, Aecidienwirt von *Puccinia seymouriana*. 482  
*Cephaleuros virescens*, Schädling vom Kaffeebaum. 322  
 — — — Teestrauch. 322  
*Cephalosporium rubescens*, Lebensdauer in Zuckerlösung. 40  
*Cephus pygmaeus*, Schädling von Compositen. 323  
 — — — des Roggens. 323  
*Cerastium oreophilum*, Teleutowirt von *Melampsorella caryophyllacearum*. 471  
 — *semidecandrum*, Teleutowirt von *Melampsorella caryophyllacearum*. 471  
 — *triviale*, Teleutowirt von *Melampsorella caryophyllacearum*. 471  
*Cercospora beticola*, Schädling von Zuckerrüben. 507

- Cerinth minor*, Aecidienwirt von *Puccinia cerinthos agropyrina*. 484  
*Chamaecyparis pisifera*, Teleutowirt von *Gymnosporangium myiabei*. 476  
 — *thyoides*, Teleutowirt von *Gymnosporangium biseptatum*. 476  
 — — — *Gymnosporangium ellisii*. 476  
 — — — *Gymnosporangium frater-num*. 476  
*Cheimatobia*, s. a. Frostspanner.  
 — *boreata*, Schädling der Birke. 324  
 — *brumata*, Eiablage. 506  
 — —, Schädling der Birke. 324  
*Chelidonium majus*, Aecidienwirt von *Melampsora magnusiana*. 473  
*Chenopodium*-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia subnitens*. 483  
 — *album*, Aecidienwirt von *Uromyces peckianus*. 477  
*Chinarindenbaum*, Schädigung durch *Corticium javanicum*. 321  
*Chionaspis difficilis*, *Azotus chionaspidis* n. sp. natürlicher Feind. 326  
*Chrysanthemum leucanthemum*, Aecidienwirt von *Puccinia aecidii-leucanthemi*. 479  
*Chrysomyxa abietis*, Schädling von Fichten. 508  
 — *cassandrae*, Schädling von *Cassandra calyculata*. 473  
 — —, — — *Picea rubra* und *P. mariana*. 473  
 — *expansa*, Schädling von *Picea ajanensis*. 473  
 — —, — — *Rhododendron brachycarpum*. 473  
 — *ledi*, Schädling von *Ledum groenlandicum* und *L. palustre*. 473  
 — —, — — *Picea*-Arten. 473  
 — *ledicola*, Schädling von *Ledum groenlandicum*. 473  
 — —, — — *Picea*-Arten. 473  
 — *pirolae*, Schädling von *Picea*-Arten. 473  
 — —, — — *Pirola*-Arten. 473  
 — *rhododendri*, Schädling von *Picea excelsa*. 473  
 — —, — — *Rhododendron*-Arten. 473  
*Chrysopogon gryllus*, Teleutowirt von *Puccinia chrysopogonis*. 481  
*Cichorium intybus*, Aecidienwirt von *Puccinia junci*. 478  
*Cicuta maculata*, Aecidienwirt von *Uromyces lineolatus*. 477  
*Cimbex saliceti*, Schädling der Rotbuche. 322  
 — —, — von Weiden. 322  
*Cimex hirundinis*, massenhaftes Auftreten. 324  
*Cinxaelotus erythrogaster*, Protandrie. 550  
 — —, Schlüpfzeit. 549  
*Circaea lutetiana*, Teleutowirt von *Pucciniastrum circaeae*. 471  
*Cirsium*-Arten, Aecidienwirt von *Puccinia caricis frigidiae*. 479  
*Cirsium*-Arten, Aecidienwirt von *Puccinia dioicae*. 479  
*Cladothrix dichotoma*, Unterschied von *Zoelgoea ramigera*. 59  
*Clasterosporium ca pophilum*, Erreger der Schrotschußkrankheit der Süßkirsche, Habitusbild. 179  
*Clematis* Arten, Aecidienwirte von *Puccinia agropyri*. 484  
 — *virginiana*, Aecidienwirt von *Puccinia tomipara*. 484  
*Cleome spinosa*, Aecidienwirt von *Puccinia isiacae*. 483  
 — —, — — *Puccinia subnitens*. 483  
*Cnethocampa pityocampa*, Schädling der Kiefer. 324  
Cocciden, Katalog. 327  
*Coelinus niger*, Auftreten in Schlesien. 287  
 — —, natürlicher Feind der Weizenhalmfliege. 287  
*Coleosporium asterum*, Schädling von *Aster* Arten. 474  
 — —, — — *Pinus densiflora*. 474  
 — *cacaliae*, Schädling von *Adenostyles alpina*. 474  
 — —, — — *Pinus montana*. 474  
 — *campanulae*, Schädling von *Pinus silvestris* und *P. montana*. 473  
 — —, Teleutowirte. 473  
 — *delicatulum*, Schädling von *Euthamia graminifolia*. 474  
 — —, — — *Pinus rigida*. 474  
 — *euphrasiae*, Schädling von *Alectorolophus major* und *A. minor*. 473  
 — —, — — *Euphrasiae officinalis*. 473  
 — —, — — *Pinus silvestris*. 473  
 — —, — — *Schizanthus grahami*. 473  
 — *inconspicuum*, Schädling von *Coreopsis verticillata*. 474  
 — —, — — *Pinus virginiana*. 474  
 — *inulae*, Schädling von *Inula*-Arten. 474  
 — —, — — *Pinus silvestris*. 474  
 — *melampyri*, Schädling von *Melampyrum pratense*. 474  
 — —, — — *Pinus montana* und *P. silvestris*. 474  
 — *petasitidis*, Schädling von *Petasites officinalis*. 474  
 — —, — — *Pinus silvestris*. 474  
 — *pulsatillae*, Schädling von *Pinus silvestris*. 473  
 — —, — — *Pulsatilla pratensis* und *P. vulgaris*. 473  
 — *ribicolum*, Schädling von *Pinus edulis*. 474  
 — —, — — *Ribes leptanthum* und *R. longifolium*. 474  
 — *senecionis*, Schädling von *Pinus austriaca* und *P. silvestris*. 474  
 — —, — — *Schizanthus grahami*. 474  
 — —, — — *Senecio*-Arten. 474  
 — —, — — *Tropaeolum minus*. 474  
 — *solidaginis*, Schädling von *Pinus rigida*. 474

- Coleosporium solidaginis*, Schädling von *Solidago*-Arten. 474  
 — *sonchi*, Schädling von *Pinus silvestris*. 474  
 — — — *Sonchus*-Arten. 474  
 — *tussilaginis*, Schädling von *Pinus silvestris*. 474  
 — — — *Schizanthus grahami*. 474  
 — — — *Tropaeolum minus*. 474  
 — — — *Tussilago farfara*. 474  
 — *veroniae*, Schädling von *Pinus palustris* und *P. taeda*. 474  
 — — — *Veronia*-Arten. 474  
*Colletotrichum falcatum*, Schädling vom Zuckerrohr. 322  
*Collomia linearis*, Aecidienwirt von *Uromyces acuminatus*. 477  
*Collybia velutipes*, Schädling der Weide. 510  
*Oomandra umbellata*, Aecidienwirt von *Puccinia pustulata*. 481  
 — —, Teleutwirt von *Cronartium comandrae*. 474  
 Compositen, Schädigung durch *Cephus pygmaeus*. 323  
*Comptonia asplenifolia*, Teleutwirt von *Cronartium comptoniae*. 475  
*Conopodium denudatum*, Aecidienwirt von *Puccinia conopodii-bistortae*. 485  
*Convallaria majalis*, Aecidienwirt von *Puccinia sessilis*. 481  
*Coreopsis verticillata*, Teleutwirt von *Coleosporium inconspicuum*. 474  
*Corticium javanicum*, Schädling vom Chinarindenbaum. 321  
 — — — Gummibaum. 321  
 — — — Kaffeebaum. 321  
 — — — Kakaobaum. 321  
 — — — Obstbäumen. 321  
 — — — Teestrauch. 321  
*Corydalis cava*, Aecidienwirt von *Melampsora magnusiana*. 473  
 — *solida*, Aecidienwirt von *Melampsora magnusiana*. 473  
*Cotoneaster vulgaris*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium fusisporum*. 475  
*Crataegus*-Arten, Aecidienwirte von *Gymnosporangium aurantiacum*. 476  
 — — — *Gymnosporangium betheli*. 476  
 — — — *Gymnosporangium clavariaeforme*. 475  
 — — — *Gymnosporangium clavipes*. 476  
 — — — *Gymnosporangium globosum*. 475  
 — — — *Gymnosporangium trachysorum*. 476  
 — *coccinea*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium floriforme*. 476  
 — *monogyna*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium gracile*. 476  
 — *oxyacantha*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium confusum*. 475  
*Crataegus pringlei*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium exiguum*. 476  
 — — — *Gymnosporangium nidus-avis*. 475  
 — *punctata*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium juniperi virginianae*. 476  
*Crepis alpestris*, Infektion durch *Puccinia crepidis-blattarioidis*. 235  
 — —, Schädigung durch *Puccinia alpestris*. 223  
 — — — *Puccinia crepidis-blattarioidis* n. f. *alpestris*. 256  
 — *alpina*, Infektion durch *Puccinia praecox*. 226. 227  
 — *aurea*, Infektion durch *Puccinia crepidis-aureae*. 223. 240  
 — *bellidifolia*, Infektion durch *Puccinia crepidis-grandiflorae*. 231  
 — *biennis*, Aecidienwirt von *Puccinia silvatica*. 479  
 — —, Infektion durch *Puccinia praecox*. 223. 225—228  
 — *blattarioides*, Infektion durch *Puccinia crepidis-blattarioidis*. 234. 235  
 — *dioscoridis*, Infektion durch *Puccinia crepidis-grandiflorae*. 231  
 — *foetida*, Infektion durch *Puccinia crepidicola*. 241  
 — — — *Puccinia praecox*. 227  
 — *grandiflora*, Infektion durch *Puccinia crepidis-grandiflorae*. 231. 232  
 — —, Schädigung durch *Puccinia major*. 223  
 — *montana*, Infektion durch *Puccinia crepidis montanae*. 246  
 — *neglecta*, Infektion durch *Puccinia praecox*. 226. 227  
 — *nicaeensis*, Infektion durch *Puccinia praecox*. 227. 228  
 — *paludosa*, Infektion durch *Puccinia major*. 223. 229  
 — *praemorsa*, Infektion durch *Puccinia intybi*. 223. 238  
 — *pygmaea*, Schädigung durch *Puccinia crepidis-pygmaeae*. 223  
 — *rubra*, Infektion durch *Puccinia praecox*. 227  
 — *setosa*, Infektion durch *Puccinia crepidicola*. 244  
 — — — *Puccinia crepidis blattarioidis* n. f. *setosae*. 247  
 — — — *Puccinia praecox*. 226. 227. 228  
 — —, Schädigung durch *Puccinia crepidis-blattarioidis* n. f. *setosae*. 257  
 — *succicaefolia*, Infektion durch *Puccinia crucheti*. 236. 237. 238  
 — *taraxacifolia*, Infektion durch *Puccinia crepidicola*. 243. 245  
 — — — *Puccinia praecox*. 226  
 — *tectorum*, Infektion durch *Puccinia crepidicola*. 244  
 — — — *Puccinia crepidis*. 247

- Crepis tectorum*, Infektion durch *Puccinia crepidis-blattarioidia*. 235  
 — — — *Puccinia crepidis-grandiflorae*. 231  
 — — — *Puccinia praecox*. 227  
 — *virens*, Infektion durch *Puccinia crepidicola*. 245  
 — — — *Puccinia crepidis-blattarioidis*. 235  
 — — — *Puccinia praecox*. 228  
*Cronartium asclepiadeum*, Schädling von *Pinus silvestris*. 4, 4  
 — — —, Teleutowirt. 474  
 — *coleosporioides*, Schädling von *Castilleja minima*. 474  
 — — — *Pinus ponderosa*. 474  
 — *comandrae*, Schädling von *Comandra umbellata*. 474  
 — — — *Pinus*-Arten. 474  
 — *comptoniae*, Schädling von *Comptonia asplenifolia*. 475  
 — — — *Myrica gale*. 475  
 — — — *Pinus*-Arten. 475  
 — *quercuum*, Schädling von *Pinus*-Arten. 475  
 — — — *Quercus*-Arten. 475  
 — *ribicolum*, Schädling von *Pinus cembra*, *P. lambertiana* und *P. strobus*. 474  
 — — — *Ribes*-Arten. 474  
*Cupressus torulosa*, Teleutowirt von *Gymnosporangium cunninghamianum*. 476  
*Cydonia japonica*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium asiaticum*. 476  
 — — — *Gymnosporangium aurantiacum*. 476  
 — *vulgaris*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium asiaticum*. 476  
 — — — *Gymnosporangium aurantiacum*. 476  
 — — — *Gymnosporangium confusum*. 475  
 — — — *Gymnosporangium nidus avis*. 475  
*Cynips calycis*, Gallenbildung an Eichen. 508  
 — *centicularis*, Gallenbildung an Eichen. 508  
 — *fecundatrix*, Gallenbildung an Eichen. 508  
 — *reaumurii*, Gallenbildung an Eichen. 508  
 — *scutellaris*, Gallenbildung an Eichen. 508  
*Cynodon dactylon*, Teleutowirt von *Puccinia cynodontis*. 482  
*Cyperus esculentus*, Teleutowirt von *Puccinia canaliculata*. 478  
*Dacnusa areolaris*, natürlicher Feind der Weizenhalmfliege. 287  
 — *tristis*, natürlicher Feind der Weizenhalmfliege. 287  
*Dactylis glomerata*, Teleutowirt von *Uromyces dactylidia*. 477  
*Dactylis glomerata*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis f. sp. avenae*. 349. 350. 353  
*Daucus carota*, Aecidienwirt von *Uromyces lineolatus*. 477  
*Dendropemon parvifolius*, Keimungsversuche. 505  
*Dendrophthora*, Morphologie und Physiologie. 503  
Denitrifikation im Boden, Bedeutung der Durchlüftung. 216  
Denitrifikation im Boden, Bedeutung des Wassergehaltes. 210  
*Dianthus*-Arten, Teleutowirt von *Uromyces caryophyllinus*. 478  
*Diastrofus rubi*, Gallenbildung an Brombeeren. 323  
*Dibrachys bouchleanus*, Parasit von *Hemiteles areator*. 551  
 — — —, Schlüpfzeit. 549  
*Dicaelotus pusillator*, natürlicher Feind vom Traubenwickler. 551  
*Didymella lettauiana*, Thallus, Untersuchung. 290  
*Diplachne serotina*, Teleutowirt von *Puccinia australis* und *P. permixta*. 483  
*Dirca palustris*, Aecidienwirt von *Puccinia hydnoidea*. 484  
*Dirphys* n. gen. 328  
*Distichlis spicata*, Teleutowirt von *Puccinia subnitens*. 483  
 — — — *Uromyces peckianus*. 477  
*Dolerus gonager*, Schädling des Kirschbaums. 322  
 — *niger*, Schädling des Kirschbaums. 322  
 — *vestigalis*, Schädling des Kirschbaums. 322  
Drahtwürmer, Schädlinge von Getreide. 507  
Dünger, Grün-, Verwendung von *Tephrosia vogelii*. 427  
 — — —, radioaktiver, Wert. 426  
*Dulichium arundinaceum*, Teleutowirt von *Puccinia caricis solidaginis*. 479  
*Eatonia pennsylvanica*, Teleutowirt von *Puccinia eatoniae*. 484  
*Echinomyia*, massenhaftes Auftreten. 323  
Edamer Käse s. Käse, Edamer —.  
Edelkastanie, Schädigung durch *Mnemonica auricyanea*. 327  
Eiche, Düngungsversuche mit Abwasser. 426  
 — — —, Gallenbildung durch *Andricus terminalis*. 323  
 — — — *Cynips calycis*. 508  
 — — — *Cynips centicularis*. 508  
 — — — *Cynips fecundatrix*. 508  
 — — — *Cynips reaumurii*. 508  
 — — — *Cynips scutellaria*. 508  
 — — — *Gracilaria complanella*. 508  
 — — — Maikäfer. 508  
 — — — *Mnemonica auricyanea*. 327  
Eijkmansche Gärprobe, Bedeutung der Temperatur. 295

- Eijkmansche Gärprobe, Bebrütungszeit. 300
- Eisenbakterien s. Bakterien, Eisen —.
- Eisenvitriol, Bekämpfungsmittel gegen Hederich. 183
- Eleocharis palustris, Teleutowirt von Puccinia eleocharidis. 478
- Elymus arenarius, Teleutowirt von Puccinia elymi. 484
- , Wirtspflanze von Puccinia graminis f. sp. secalis. 349. 353
- -Arten, Teleutowirt von Puccinia procera. 484
- canadensis, Teleutowirt von Puccinia agropyri. 484
- dasystachys, neue Wirtspflanze von Puccinia graminis. 351. 353
- glaucifolius, Wirtspflanze von Puccinia graminis. 352. 353
- sibiricus, Wirtspflanze von Puccinia graminis f. sp. secalis. 349. 353
- virginicus, Teleutowirt von Puccinia montanensis. 484
- Engerlinge, s. a. Maikäfer.
- , Schädlinge vom Klee. 507
- Entodon oleinus, natürlicher Feind von Cecidomyia piri. 325
- Ephedrus lacertosus, natürlicher Feind von Myzus cerasi. 325
- Ephedrus validus, natürlicher Feind von Myzus cerasi. 325
- Epilobium angustifolium, Teleutowirt von Pucciniastrum abieti-chamaenerii. 471
- nervosum, Aecidienwirt von Puccinia veratri. 484
- roseum, Aecidienwirt von Puccinia veratri. 484
- Erdbeerpflanze, Schädigung durch Botrytis. 508
- Erdflöhe, Schädlinge von Kohl. 507
- Erigeron-Arten, Aecidienwirte von Puccinia caricis-erigerontis. 479
- Eriocampa adumbrata, Schädling von Obstbäumen. 322
- umbratica, Schädling von Obstbäumen. 322
- Eriophorum angustifolium, Teleutowirt von Puccinia eriophori. 478
- viridi-carinatum, Teleutowirt von Puccinia eriophori. 478
- Eriophyes padi, Schädling vom Zwetschenbaum. 508
- ribis, Auftreten. 508
- vitis, Schädling vom Weinstock. 508
- Erle, Düngungsversuche mit Abwasser. 426
- Erysimum asperum, Aecidienwirt von Puccinia subnitens. 483
- cheiranthoides, Aecidienwirt von Puccinia isiacae. 483
- Erysiphe graminis, Schädling von Gerste, Weizen und Roggen. 506
- Esche, Düngungsversuche mit Abwasser. 426
- Espartette, Schädigung durch Perrisia onobrychidis. 507
- Eessigsäure, Bildung durch Bacterium gayoni. 7. 15
- , — — Bacterium intermedium. 3. 15
- , — — Bacterium mannitopoeum. 3. 15
- , Widerstandsfähigkeit einiger Penicillium-Spezies. 110. 120
- Eupatorium perfoliatum, Aecidienwirt von Puccinia eleocharidis. 478
- Euphorbia-Arten, Aecidienwirte von Puccinia panici. 481
- , — — Uromyces striatus. 478
- cyparissias, Aecidienwirt von Uromyces astragali. 478
- , — — Uromyces cristatus. 478
- , — — Uromyces euphorbiae-corniculati. 478
- , — — Uromyces pisi. 478
- esula, Aecidienwirt von Uromyces pisi. 478
- gerardiana, Aecidienwirt von Uromyces oaraganae. 478
- , — — Uromyces caryophyllinus. 478
- , — — Uromyces verruculosus. 478
- virgata, Aecidienwirt von Uromyces astragali. 478
- , — — Uromyces oaraganae. 478
- Euphrasia officinalis, Teleutowirt von Coleosporium euphrasiae. 473
- Eurytoma rosae, Schlüpfzeit. 549
- Euterbakterien, Untersuchung. 423
- Euthamia graminifolia, Aecidienwirt von Puccinia extensifolia. 480
- , Teleutowirt von Coleosporium delicatulum. 474
- Eutorula ellipsoidea, Lebensdauer in Zuckerlösung. 37
- rubra, Lebensdauer in Zuckerlösung. 40
- sanguinea, Lebensdauer in Zuckerlösung. 40
- Evetria, Podogaster evettrivorus n. sp. natürlicher Feind. 327
- , Schädling von Pinus ponderosa. 327
- Evonymus, Schädigung durch Hyponomeuta-Arten. 559
- , — — Hyponomeuta padi. 324
- europaea, Aecidienwirt von Melampsora evonymi-caprearum. 473
- , — — Melampsora evonymi-incanae. 473
- Exochus notatus, natürlicher Feind von Polychrosis botrana. 551
- tibialis, Schlüpfzeit. 549
- Fadenziehen der Milch durch Bacterium lactis viscosum. 467
- — — Streptococcus acidi lactici. 461
- Farbstoff, Bildung durch Penicillium corymbiferum. 120
- , — — Penicillium luteum auf Milch. 119
- , — — Penicillium viridicatum. 120
- Fendlera rupicola, Aecidienwirt von Gymnosporangium speciosum. 476
- wrightii, Aecidienwirt von Gymnosporangium speciosum. 476



- Ferribacterium calceum* n. sp., Beschreibung. 197  
 — — — —, Kalkspeicherung. 206  
*Festuca*-Arten, Teleutowirte von *Puccinia festucae*. 483  
 — *confinis*, Teleutowirt von *Puccinia orandellii*. 483  
 — *elatior*, Teleutowirt von *Puccinia lolii*. 481  
 — *gigantea*, Teleutowirt von *Puccinia himalensis*. 481  
 — *myurus*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis* f. sp. *avenae*. 349. 353  
 — *ovina*, Teleutowirt von *Uromyces ranunculi-festucae*. 477  
 — *pratensis*, neue Wirtspflanze von *Puccinia graminis*. 350. 353  
 — *pulchella*, Teleutowirt von *Puccinia petasiti-pulchellae*. 77. 484  
 — *tenuiflora*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis* f. sp. *avenae*. 349. 353  
*Ficaria verna*, Aecidienwirt von *Uromyces poseae*. 477  
 — — — — *Uromyces rumicis*. 478  
 Fichte, Düngungsversuche mit Abwasser. 426  
 —, Schädigung durch *Chrysomyxa abietis*. 508  
 Fleischkonserven, Bombage, Erreger. 41  
 Föhre, s. a. *Pinus silvestris*.  
 —, Schädigung durch *Peridermium pini acicola*. 508  
*Fomes semitosus*, Auftreten. 321  
 Formalin, Sterilisation von Boden. 430  
*Frangula alnus*, Aecidienwirt von *Puccinia coronata*. 480  
*Fraxinus lanceolata*, Aecidienwirt von *Puccinia peridermiospora*. 482  
 Frostspanner, s. a. *Cheimatobia*.  
 —, Bekämpfung mit Leimringen. 559  
 —, Schädling vom Kirschbaum. 508  
*Fusarium*, Erreger der Welkekrankheit der Bohne. 507  
 —, Schädling der Kartoffeln. 507  
 — *didymum*, Schädling des Hafers. 421  
 — *nivale*, Schädling von Getreide. 507  
 Futtererbse, indische, Schädigung durch *Pachymerus ohinensis*. 325  
 —, —, — — *Pachymerus 4-maculatus*. 325  
 Gärprobe, Eijkmansche, Bebrütungszeit. 300  
 —, —, Bedeutung der Temperatur. 295  
 Gärungsorganismen, Kultur in sterilisierter Erde. 340  
 —, Wachstum im Boden. Bedeutung des Feuchtigkeitsgehalts. 346  
*Galanthus nivalis*, Aecidienwirt von *Me-lampsora galanthi-fragilis*. 472  
*Galeopsis tetrahit*, Aecidienwirt von *Puccinia isiacae*. 483  
*Galinsoga parviflora*, Auftreten 184  
 — —, Bekämpfung mit Kalkstickstoff. 184  
*Galinsoga parviflora*, Keimfähigkeit. 183  
 — —, Schädigung durch *Heterodera radicicola*. 185  
 — —, — — *Phoma galinsogae*. 185  
 — —, Verbreitung. 185  
 Gallen an *Verbascum*, Vorkommen von *Tychius*. 324  
 — durch *Andricus terminalis* an Eichen. 323  
 — — *Asphondylia verbasci* an *Verbascum*. 324  
 — — Blattläuse an *Artemisia vulgaris*. 323  
 — — *Cecidomyia annulipes* an Buchen. 508  
 — — *Cynips calycis* an Eichen. 508  
 — — *Cynips centicularis* an Eichen. 508  
 — — *Cynips fecundatrix* an Eichen. 508  
 — — *Cynips scutellaris* an Eichen. 508  
 — — *Diastrophus rubi* an Brombeeren. 323  
 — — *Nematus gallarum*. 322  
 — — *Nematus vallisneri*. 322  
 — — *Pediaspis aceris* an Bergahorn. 323  
*Gambrus infernus*, Schlüpfzeit. 549  
 Gasbildung in Edamer Käse, normale. 130  
 — — —, Wirkung von Kochsalz. 135  
 — — —, — — Milchsäure. 136  
*Gaylussacia resinosa*, Teleutowirt von *Pucciniastrum vacciniorum*. 471  
*Geranium*-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia polygoni*. 484  
 — —, — — *Puccinia polygoni amphibii*. 484  
 Gerste, s. a. *Hordeum vulgare*.  
 —, Schädigung durch *Erysiphe graminis*. 506  
 —, — — Getreidehähnchen. 507  
 —, — — Halmfliege. 507  
 —, — — *Helminthosporium gramineum*. 507  
 —, — — *Ustilago hordei*. 507  
 —, — — *Ustilago jensenii*. 507  
 Getreide, Schädigung durch *Cephus pygmaeus*. 323  
 —, — — Drahtwürmer. 507  
 —, — — *Erysiphe graminis*. 506  
 —, — — *Fusarium didymum*. 421  
 —, — — *Fusarium nivale*. 507  
 —, — — Getreidehähnchen. 507  
 —, — — Getreidelaukäfer. 507  
 —, — — Halmfliege. 507  
 —, — — *Helminthosporium gramineum*. 507  
 —, — — Nematoden. 421. 507  
 —, — — *Puccinia dispersa*. 506  
 —, — — *Puccinia glumarum*. 506  
 —, — — Queckeneule. 507  
 —, — — *Tarsonemus spirifex*. 507  
 —, — — Tausendfüßer. 507  
 —, — — *Tilletia tritici*. 506  
 —, — — *Tipula*. 507  
 —, — — *Ustilago hordei*. 507  
 —, — — *Ustilago jensenii*. 507  
 Getreidehähnchen, Schädling von Gerste und Weizen. 507

- Getreidelaufkäfer, Schädlinge von Getreide. 507
- Glaux maritima*, Aecidienwirt von *Uromyces lineolatus*. 477
- Gloeosporium lindemuthianum*, Schädling von Bohnen. 507
- *ribis*, Schädling vom Johannisbeerstrauch. 508
- Glypta pudibundae* natürlicher Feind von *Bombyx pudibunda*. 323
- Gracilaria complanella*, Schädling von Eichen. 508
- Gramineen, Teleutowirte von *Puccinia coronata*. 480
- , — — *Puccinia graminis*. 480
- Grammatocarpus volubilis*, Teleutowirt von *Cronartium asclepiadeum*. 474
- Gurke, Schädigung durch *Plasmopara cubensis*. 507
- Gutierrezia sarothra*, Aecidienwirt von *Puccinia stipae*. 482
- Gymnesporangium amelanchieris*, Schädling von *Amelanchier ovalis*. 475
- , — — *Juniperus communis* und *J. sibirica*. 475
- *asiaticum*, Schädling von *Cydonia japonica* und *C. vulgaris*. 476
- , — — *Juniperus chinensis*. 476
- , — — *Pirus sinensis*. 476
- *aurantiacum*, Schädling von *Amelanchier alnifolia* und *A. vulgaris*. 476
- , — — *Crataegus*-Arten. 476
- , — — *Cydonia vulgaris* und *C. japonica*. 476
- , — — *Libocedrus decurrens*. 476
- , — — *Pirus*-Arten. 476
- , — — *Sorbus spuria*. 476
- *betheni*, Schädling von *Crataegus*-Arten. 476
- , — — *Juniperus scopulorum*. 476
- , — — *Sorbus americana*. 476
- *biseptatum*, Schädling von *Amelanchier canadensis* und *A. intermedia*. 476
- , — — *Juniperus thyoides*. 476
- *clavariaeforme*, Schädling von *Amelanchier*-Arten. 475
- , — — *Crataegus*-Arten. 475
- , — — *Juniperus*-Arten. 475
- *clavipes*, Schädling von *Amelanchier erecta* und *A. intermedia*. 476
- , — — *Crataegus punctata* und *C. tomentosa*. 476
- , — — *Juniperus sibirica* und *J. virginiana*. 476
- *confusum*, Schädling von *Crataegus oxyacantha*. 475
- , — — *Cydonia vulgaris*. 475
- , — — *Juniperus sabina* und *J. virginiana*. 475
- , — — *Mespilus germanica*. 475
- Gymnosporangium confusum*, Schädling von *Sorbus torminalis*. 475
- *corniculans*, Schädling von *Amelanchier*-Arten. 475
- Gymnosporangium corniculans*, Schädling von *Juniperus horizontalis* und *J. virginiana*. 475
- *cunninghamianum*, Schädling von *Cupressus torulosa*. 476
- , — — *Pirus variolosa*. 476
- *davisii*, Schädling von *Aronia*-Arten. 476
- , — — *Juniperus sibirica*. 476
- *effusum*, Schädling von *Aronia arbutifolia*. 475
- , — — *Juniperus virginiana*. 475
- *ellisii*, Schädling von *Chamaecyparis thyoides*. 476
- , — — *Myrica cerifera* und *M. carolinensis*. 476
- *exiguum*, Schädling von *Crataegus pringlei*. 476
- , — — *Juniperus virginiana*. 476
- *exterum*, Schädling von *Juniperus virginiana*. 476
- , — — *Porttheranthus stipulatus*. 476
- *floriforme*, Schädling von *Crataegus coccinea*. 476
- , — — *Juniperus virginiana*. 476
- *fraternum*, Schädling von *Aronia niger* und *A. arbutifolia*. 476
- *fusisporum*, Schädling von *Cotoneaster vulgaris*. 475
- , — — *Juniperus sabina*. 475
- *globosum*, Schädling von *Crataegus*-Arten. 475
- , — — *Juniperus virginiana*. 475
- , — — *Pirus coronaria* und *P. malus*. 475
- , — — *Sorbus americana*. 475
- *gracile*, Schädling von *Crataegus monogyna*. 476
- , — — *Juniperus macrocarpa* und *J. oxycedrus*. 476
- *japonicum*, Schädling von *Juniperus chinensis*. 476
- , — — *Pirus sinensis*. 476
- *inconspicuum*, Schädling von *Amelanchier erecta* und *A. vulgaris*. 476
- , — — *Juniperus utahensis*. 476
- *juniperinum*, Schädling von *Juniperus communis* und *J. sibirica*. 475
- , — — *Sorbus*-Arten. 476
- *juniperi virginianae*, Schädling von *Crataegus punctata*. 476
- , — — *Juniperus virginiana*. 476
- , — — *Pirus coronaria* und *P. malus*. 476
- *juvenescens*, Schädling von *Amelanchier*-Arten. 476
- , — — *Juniperus virginiana* und *J. scopulorum*. 476
- *kernianum*, Schädling von *Amelanchier vulgaris*. 476
- , — — *Juniperus utahensis*. 476
- *myiabei*, Schädling von *Juniperus piserifera*. 476
- , — — *Sorbus aria* und *S. alnifolia*. 476

- Gymnosporangium nelsoni*, Schädling von Amelanchier-Arten. 476  
 — — — — *Juniperus*-Arten. 476  
 — — — — *Sorbus americana*. 476  
 — *nidus-avis*, Schädling von Amelanchier erecta und *A. vulgaris*. 475  
 — — — — *Crataegus pringlei*. 475  
 — — — — *Cydonia vulgaris*. 475  
 — — — — *Juniperus virginiana*. 475  
 — — — — *Pirus*-Arten. 475  
 — *sabinae*, Schädling von *Juniperus sabina*. 475  
 — — — — *Pirus communis*. 475  
 — *speciosum*, Schädling von *Fendlera rupicola* und *F. whrightii*. 476  
 — — — — *Juniperus monosperma* und *J. utahensis*. 476  
 — — — — *Philadelphus coronarius* und *P. ketelcerii*. 476  
 — *torminali-juniperinum*, Schädling von Amelanchier vulgaris. 475  
 — — — — *Juniperus communis*. 475  
 — *trachysorum*, Schädling von *Crataegus*-Arten. 476  
 — — — — *Juniperus virginiana*. 476  
 — *tremelloides*, Schädling von *Juniperus sibirica*. 475  
 — — — — *Sorbus*-Arten. 475  
 Guanöl, Düngungsversuche. 425  
 Gummibaum, Schädigung durch *Corticium javanicum*. 321  
 — — — — *Phytophthora faberi*. 321  
  
*Habrocryptus alternator*, natürlicher Feind von *Polychrosis botrana*. 551  
 Hafer, s. a. *Avena sativa*.  
 —. Schädigung durch *Fusarium didymum*. 421  
 —. — — Nematoden. 421. 507  
 —. — — *Tarsonemus spirifex*. 507  
 —. Wirkung von Radioaktin auf den Ertrag. 427  
 Halmfliege, Schädling von Gerste. 507  
*Hamamelis virginiana*, Tachinen natürliche Feinde. 327  
*Hederich*, Bekämpfung durch Bodenbearbeitung. 182  
 —. — mit Eisenvitriol. 183  
 Hefe, Lebensdauer in Zuckerlösung. 36  
*Heliotropium europaeum*, Aecidienwirt von *Puccinia aristidae*. 482  
*Helminthosporium gramineum*, Schädling von Gerste. 507  
*Hemerocallis minor*, Teleutowirt von *Puccinia hemerocallidis*. 484  
*Hemileia vastatrix*, Schädling vom Kaffeebaum. 322  
*Hemiteles areator*, *Dibrachys boucheanus* Parasit. 551  
 — — — — Protandrie. 550  
 — — — — nigriventris, Protandrie. 550  
*Hepatica acutiloba*, Aecidienwirt von *Puccinia pruni spinosae*. 485  
  
*Heracleum sibiricum*, Aecidienwirt von *Puccinia nitidula*. 485  
*Heterodera*, Schädling von *Tephrosia vogelii*. 427  
 — *radicicola*, Schädling von *Galinsoga parviflora*. 185  
 Heuwurm, Schädling vom Weinstock. 508  
*Hibiscus*-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia muhlenbergiae*. 482  
*Hierochloa borealis*, neue Wirtspflanze von *Puccinia graminis*. 350. 353  
*Hippuris vulgaris*, Aecidienwirt von *Uromyces lineolatus*. 477  
 Hochfrequenzströme, Wirkung auf Pflanzen. 500  
*Holcus*-Arten, Teleutowirte von *Puccinia lolii*. 481  
 — *lanatus*, neue Wirtspflanze von *Puccinia graminis*. 350. 353  
*Homogyne alpina*, Aecidienwirt von *Uromyces veratri*. 478  
*Hoplacampa*, Schädling des Birnbaums. 323  
 —. — — *Prunus spinosa*. 323  
*Hordeum comosum*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis* f. sp. *secalis*. 349. 351. 353  
 — *jubatum*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis* f. sp. *secalis*. 349. 350. 353  
 — *murinum*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis* f. sp. *secalis*. 349  
 — *pusillum*, Teleutowirt von *Uromyces hordei*. 477  
 — *vulgare*, s. a. Gerste.  
 — — — — Teleutowirt von *Puccinia simplex*. 481  
 — — — — Wirtspflanze von *Puccinia graminis* f. sp. *secalis*. 349. 351. 353  
 — — — — *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. 349  
*Houstonia coerulea*, Aecidienwirt von *Uromyces houstoniatus*. 478  
 Humus, Bedeutung für die Assimilation der Pflanzen. 518  
*Hyalospora polypodii dryopteridis*, Schädling von *Abies balsamea*. 471  
 — — — — *Phegopteris dryopteris*. 471  
*Hydrophyllum capitatum*, Aecidienwirt von *Puccinia montanensis*. 484  
*Hylurgus piniperda*, massenhaftes Auftreten. 323  
*Hyponomeuta evonymellus*, Auftreten. 559  
 — *malinellus*, Auftreten. 559  
 — *padi*, Auftreten. 559  
 — — — — *Limneria* natürlicher Feind. 324  
 — — — — Schädling von *Evonymus*. 324  
 — — — — —des Pflaumenbaumes. 324  
 — *variabilis*, Auftreten. 559  
  
*Jasminum humile*, Aecidienwirt von *Puccinia chrysopogonis*. 481  
*Ichneumon bilunulatus* natürlicher Feind von *Bombyx pini*. 323  
 — *culpator*, natürlicher Feind von *Bombyx pini*. 323

- Impatiens**-Arten, Teleutowirt von *Puccinia*  
*argentata*. 485  
 — *aurea*, Aecidienwirt von *Puccinia* *pro-*  
*cera*. 484  
 — *balsamina*, Teleutowirt von *Cronar-*  
*tium asclepiadeum*. 474  
**Inula**-Arten, Teleutowirte von *Coleospor-*  
*ium inulae*. 474  
 — *grandis*, Aecidienwirt von *Puccinia* *inu-*  
*lae-phragmitidicola*. 483  
**Johannisbeerstrauch**, s. a. *Ribes rubrum*.  
 —, Schädigung durch *Botrytis*. 508  
 —, — *Gloeosporium ribis*. 508  
**Isatis tinctoria**, Aecidienwirt von *Puccinia*  
*isiacae*. 483  
**Juncus balticus**, Teleutowirt von *Uromyces*  
*junci*. 477  
 — *compressus*, Teleutowirt von *Puccinia*  
*junci*. 478  
 — *gerardi*, Teleutowirt von *Puccinia junci*.  
 478  
 — *obtusiflorus*, Teleutowirt von *Uromyces*  
*junci*. 477  
 — *tenuis*, Teleutowirt von *Uromyces* *sil-*  
*phii*. 477  
**Juniperus**-Arten, Teleutowirte von *Gymno-*  
*nosporangium nelsoni*. 476  
 — *chinensis*, Teleutowirt von *Gymnospo-*  
*rangium asiaticum*. 476  
 —, — *Gymnosporangium japoni-*  
*cum*. 476  
 — *communis*, Teleutowirt von *Gymnospo-*  
*rangium amelanchieris*. 475  
 —, — *Gymnosporangium clavariae-*  
*forme*. 475  
 —, — *Gymnosporangium juniperi-*  
*num*. 475  
 —, — *Gymnosporangium tornina-*  
*li-juniperinum*. 475  
 — *horizontalis*, Teleutowirt von *Gymno-*  
*sporangium corniculans*. 475  
 — *macrocarpa*, Teleutowirt von *Gymno-*  
*sporangium gracile*. 476  
 — *monosperma*, Teleutowirt von *Gymno-*  
*sporangium speciosum*. 476  
 — *oxycedrus*, Teleutowirt von *Gymno-*  
*sporangium clavariaeforme*. 475  
 —, — *Gymnosporangium gracile*. 476  
 — *sabina*, Teleutowirt von *Gymnosporan-*  
*gium confusum*. 475  
 —, — *Gymnosporangium fusispo-*  
*rum*. 475  
 —, — *Gymnosporangium sabinae*.  
 475  
 — *scopulorum*, Teleutowirt von *Gymno-*  
*sporangium betheli*. 476  
 —, — *Gymnosporangium juvenes-*  
*scens*. 476  
 — *sibirica*, Teleutowirt von *Gymnospo-*  
*rangium amelanchieris*. 475  
 —, — *Gymnosporangium clavipes*.  
 476  
 —, — *Gymnosporangium clavariae*  
*forme*. 475  
**Juniperus sibirica**, Teleutowirt von *Gym-*  
*nosporangium davisii*. 476  
 —, — *Gymnosporangium junipe-*  
*rinum*. 475  
 —, — *Gymnosporangium tremell-*  
*oides*. 475  
 — *utahensis*, Teleutowirt von *Gymno-*  
*sporangium inconspicuum*. 476  
 —, — *Gymnosporangium kernia-*  
*num*. 476  
 —, — *Gymnosporangium specio-*  
*sum*. 476  
 — *virginiana*, Teleutowirt von *Gymno-*  
*sporangium olavipes*. 476  
 —, — *Gymnosporangium confusum*.  
 475  
 —, — *Gymnosporangium cornicu-*  
*lans*. 475  
 —, — *Gymnosporangium effusum*.  
 475  
 —, — *Gymnosporangium exiguum*.  
 476  
 —, — *Gymnosporangium exterum*.  
 476  
 —, — *Gymnosporangium florifor-*  
*me*. 476  
 —, — *Gymnosporangium globosum*.  
 475  
 —, — *Gymnosporangium nidus-*  
*avis*. 475  
 —, — *Gymnosporangium juniperi*  
*virginianae*. 476  
 —, — *Gymnosporangium juvenes-*  
*cens*. 476  
 —, — *Gymnosporangium trachyso-*  
*rum*. 476  
**Käse**, Bereitung mit Milchsäurebakterien-  
 kultur. 422  
**Käse**, Edamer —, Gasbildung, Wirkung von  
 Milchsäure. 136  
 —, —, — Kochsalz. 135  
 —, —, — Knypers, Ursache. 138  
 —, —, — normale Gasbildung. 130  
**Kaffeebaum**, Schädigung durch *Cephaleu-*  
*ros virescens*. 322  
 —, — *Corticium javanicum*. 321  
 —, — *Hemileia vastatrix*. 322  
**Kakaobaum**, Schädigung durch *Corticium*  
*javanicum*. 321  
 —, — *Phytophthora faberi*. 321  
**Kalidüngung**, Bedeutung für das Auftreten  
 von Kartoffelschädlingen. 539  
**Kalk**, Speicherung durch *Ferribacterium*  
*calceum*. 206  
**Kalkstickstoff**, Bekämpfungsmittel gegen  
*Galinsoga parviflora*. 184  
**Karbolium**, Bekämpfungsmittel gegen  
 Blutlaus. 559  
**Kartoffel**, Anfälligkeit gegenüber *Bacillus*  
*amylobacter*, Bedeutung der Kalidün-  
 gung. 539  
 —, — Gefäßerkrankungen, Bedeutung  
 der Korkgewebestruktur. 527

- Kartoffel, Anfälligkeit gegenüber Gefäß-  
erkrankungen, Bedeutung des Säurege-  
haltes.** 531  
 —, — — — — — Wassergehaltes. 529  
 —, — — — — — Phytophthora, Bedeutung der  
Kalidüngung. 539  
 —, — — — — — Rhizoctonia, Bedeutung der Ka-  
lidüngung. 539  
 —, Bakterienringkrankheit. 507  
 —, Blattrollkrankheit. 507  
 —, Kräuselkrankheit. 507  
 —, Schädigung durch Fusarium. 507  
 —, — — — — — Phytophthora infestans. 321. 507. 520  
 —, — — — — — Rhizoctonia. 507  
 —, — — — — — Spondylocadium atrovirens. 507  
 —, — — — — — Spongospora scabies. 520  
 —, Schorf. 507  
 —, Schwarzbeinigkeit. 507  
**Kiefer, s. a. Föhre.**  
 —, Düngungsversuche mit Abwasser. 426  
 —, — — — — — Müll. 426  
 —, Schädigung durch Bombyx pini. 323  
 —, — — — — — Bouoliana. 323  
 —, — — — — — Bupalus piniarius. 323  
 —, — — — — — Cnethocampa pithyccampa. 324  
 —, — — — — — Lyda arvensis. 323  
 —, — — — — — Lyda hypotrophica. 323  
 —, — — — — — Tortrix resinana. 323  
**Kirschbaum, Schädigung durch Dolerus  
gonager.** 322  
 —, — — — — — Dolerus niger. 322  
 —, — — — — — Dolerus vestigalis. 322  
 —, — — — — — Frostspanner. 508  
**Klee, Schädigung durch Apion.** 507  
 —, — — — — — Engerlinge. 507  
 —, — — — — — Mäuse. 507  
 —, — — — — — Otiorrhynchus. 507  
 —, — — — — — Sclerotinia trifoliorum. 507  
 —, — — — — — Tylenchus devastatrix. 507  
**Kleie, Nachweis von Agrostemma githago  
mit Praecipitinreaktion.** 418  
**Knypers in Edamer Käse, Ursache.** 138  
**Kochsalz, Widerstandsfähigkeit einiger  
Penicillium-Spezies.** 110. 120  
 —, Wirkung auf die Gasbildung in Edamer  
Käse. 135  
**Koeleria cristata, Teleutowirt von Puccinia  
koeleriae.** 483  
 —, — — — — — Puccinia stipae. 482  
 —, gracilis, Teleutowirt von Puccinia longis-  
sima. 483  
 —, setacea, Wirtspflanze von Puccinia gra-  
minis f. sp. avenae. 349. 350. 353  
**Kohl, Schädigung durch Erdflöhe.** 507  
 —, — — — — — Kohlgallrüßler. 507  
 —, — — — — — Kohlwanze. 507  
 —, — — — — — Plasmodiophora brassicae. 507  
 —, — — — — — Rapeglanzkäfer. 507  
 —, — — — — — Rapsverborgenrüßler. 507  
**Kohlhydrate, Bedeutung für die Blüten-  
bildung der Pflanzen.** 515  
**Kohlgallrüßler, Schädling vom Kohl.** 507  
**Kohlwanze, Schädling vom Kohl.** 507  
**Kohlweißling, Bekämpfung mit Uraniagrün** 510  
**Kommasschildlaus, Schädling des Apfel-  
baums.** 507  
**Konserven, Fleisch —, Bombage, Erreger.** 41  
**Kräuselkrankheit der Kartoffel.** 507  
 — des Pfirsichbaums. 507  
**Krebs des Apfelbaums.** 507  
**Kunstdünger, Vergleich mit Stalimist.** 424  
**Lachnus pini, Aphidius abietis natürlicher  
Feind.** 325  
 — — — — — Aphidius pini natürlicher Feind. 325  
**Lactuca-Arten, Aecidienwirte von Puccinia  
opizii.** 479  
**Laestadia theae, Schädling vom Teestrauch.** 322  
**Lallemantia iberica, Aecidienwirt von Puc-  
cinia stipina.** 482  
**Lamarckia aurea, Wirtspflanze von Pucci-  
nia graminis f. sp. avenae.** 349. 353  
**Laminaria-Bänke, Vorkommen von Phyllo-  
spadix.** 322  
**Lamium purpureum, Aecidienwirt von  
Puccinia isiacae.** 483  
 — — — — — Puccinia stipina. 482  
**Lampsana communis, Aecidienwirt von  
Puccinia opizii.** 479  
**Lappa officinalis, Aecidienwirt von Pucci-  
nia silvatica.** 479  
**Larix-Arten, Aecidienwirte von Melampo-  
ra bigelowii.** 472  
 — — — — — Melampsora larici-capreae. 472  
 — — — — — Melampsora larici-pentandrae 472  
 — decidua, Aecidienwirt von Melampsora  
larici-epitea. 472  
 — — — — — Melampsora larici populina. 472  
 — — — — — Melampsora larici-tremulae. 472  
 — — — — — Melampsora medusae. 472  
 — — — — — Melampsoridium betulinum. 471  
 — laricina, Aecidienwirt von Melampsora  
medusae. 472  
**Laserpitium siler, Aecidienwirt von Uro-  
myces graminis.** 477  
**Lathyrus pratensis, Teleutowirt von Uro-  
myces pisi.** 478  
**Lecanium, Schädling vom Zwetschenbaum.** 507  
**Ledum groenlandicum, Teleutowirt von  
Chrysomyxa ledi.** 473  
 — — — — — Chrysomyxa ledicola. 473  
**Leonurus cardiaca, Aecidienwirt von Pucci-  
nia stipina.** 482  
**Lepidium-Arten, Aecidienwirte von Pucci-  
nia isiacae.** 483  
 — — — — — Puccinia subnitens. 483  
**Lepidosaphes, Physcus gracilis n. sp. natür-  
licher Feind.** 326

- Leptomit*, Auftreten in kalter Jahreszeit  
Ursache. 71  
—, Reinkultur. 65  
—, Stickstoffbindung, Versuche. 69  
—, Stickstoffquellen. 66  
—, Wachstum, Bedeutung des Zuckers. 66  
—, Wachstumsbedingungen. 62  
*Leucium*-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia schmidtiana*. 481  
*Leucotermes flavipes*, Biologie und Bekämpfung. 327  
— *virginicus*, Biologie und Bekämpfung. 327  
*Libocedrus decurrens*, Teleutowirt von *Gymnosporangium aurantiacum*. 476  
*Ligularia sibirica*, Aecidienwirt von *Puccinia canaliculata*. 478  
*Ligustrum vulgare*, Aecidienwirt von *Puccinia obtusata*. 483  
*Limnanthemum nymphaeoides*, Aecidienwirt von *Puccinia scirpi*. 478  
*Limneria*, natürlicher Feind von *Hyponomeuta padii*. 324  
*Linosyris vulgaris*, Aecidienwirt von *Puccinia linosyridi-caricis*. 479  
*Liriodendron*, Schädigung durch *Tomoxia lineella*. 326  
*Lithospermum arvense*, Aecidienwirt von *Puccinia bromina*. 484  
*Lolium perenne*, Teleutowirt von *Puccinia lolii*. 481  
*Lonicera*-Arten, Aecidienwirt von *Puccinia festucae*. 483  
*Lophyrus*, massenhaftes Auftreten. 322  
*Lotus corniculatus*, Teleutowirt von *Uromyces euphorbiae-corniculati*. 478  
Luzerne, Schädigung durch Luzernewurzel-töter. 507  
—, — — Mäuse. 507  
—, — — *Otiorynchus ligustici*. 507  
—, — — *Peronospora trifoliorum*. 507  
—, — — *Perrisia ignorata*. 507  
—, — — *Pseudopeziza medicaginis*. 507  
Luzernewurzel-töter, Schädling von Luzerne. 507  
*Luzula campestris*, Teleutowirt von *Puccinia obscura*. 478  
*Lycopus americanus*, Aecidienwirt von *Puccinia angustata*. 478  
— *communis*, Aecidienwirt von *Puccinia angustata*. 478  
*Lyda arvensis*, Schädling der Kiefer. 323  
— *hypotrophica*, Schädling der Kiefer. 323  
— *pyri*, Schädling des Birnbaums. 323  
*Lysimachia*-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia limosae*. 480  
*Macrocentrus aegeriae* n. sp., natürlicher Feind von *Sesia castaneae*. 326  
Mäuse, Schädlinge von Klee. 507  
—, — — Luzerne. 507  
—, — — Zuckerrüben. 507  
*Mahonia aquifolium*, Aecidienwirt von *Puccinia graminis*. 480  
*Mahonia aquifolium*, Aecidienwirt von *Puccinia Kolleriae*. 483  
*Majanthemum bifolium*, Aecidienwirt von *Puccinia sessilis*. 481  
Maikäfer, s. a. Engerlinge.  
—, Schädling von Eichen. 508  
Mais, Düngungsversuche mit Schwefel. 428  
—, Schädigung durch *Peronospora maydis*. 321  
Mangansalze, Düngung von Zuckerrüben, Versuche. 427  
Mannitbakterien des Weins, Untersuchung. 1  
*Medicago*-Arten, Teleutowirte von *Uromyces striatus*. 478  
Mehl, Nachweis von *Agrostemma githago* mit Praecipitinreaktion. 418  
Mehltau, Schädling von Obstbäumen. 507  
*Melampsora abietis-capreae*, Schädling von *Abies pectinata*. 471  
— — —, — — *Salix caprea*. 471  
— *albertensis*, Schädling von *Populus tremuloides*. 471  
— — —, — — *Pseudotsuga mucronata*. 471  
— *alii-fragilis*, Schädling von *Allium*-Arten. 472  
— — —, — — *Salix fragilis* und *S. pentandra*. 472  
— — — *populina*, Schädling von *Allium*-Arten. 472  
— — —, — — *Populus balsamifera*, *P. canadensis* und *P. nigra*. 472  
— — — *salicis albae*, Schädling von *Allium*-Arten. 472  
— — — —, — — *Salix alba*. 472  
— *alpina*, Schädling von *Salix herbacea*. 473  
— — —, — — *Saxifraga oppositifolia*. 473  
— *arctica*, Schädling von *Abies balsamea*. 471  
— — —, — — *Salix discolor*. 471  
— *bigelowii*, Schädling von *Larix decidua* und *L. occidentalis*. 472  
— — —, — — *Salix amygdaloides*. 472  
— *evonymi-capreae*, Schädling von *Evonymus europaea*. 473  
— — —, — — *Salix*-Arten. 473  
— — — *incanae*, Schädling von *Evonymus europaea*. 473  
— — —, — — *Salix incana*. 473  
— *galanthi-fragilis*, Schädling von *Galanthus nivalis*. 472  
— — —, — — *Salix fragilis* und *S. pentandra*. 472  
— *lapponum*, Schädling von *Salix lapponum*. 473  
— — —, — — *Viola epipsila*. 473  
— *larici-capreae*, Schädling von *Larix*-Arten. 472  
— — —, — — *Salix*-Arten. 472  
— — *epitea*, Schädling von *Larix decidua*. 472  
— — —, — — *Salix*-Arten. 472

- Melampsora larici pentandrae*, Schädling von *Larix decidua* und *L. sibirica*. 472  
 — — — — *Salix fragilis* und *S. pentandra*. 472  
 — — — — *populina*, Schädling von *Larix decidua*. 472  
 — — — — *Populus balsamifera*, *P. canadensis* und *P. nigra*. 472  
 — — — — *tremulae*, Schädling von *Larix decidua*. 472  
 — — — — *Populus alba* und *P. tremula*. 472  
 — — — — *magnusiana*, Schädling von *Chelidonium majus*. 473  
 — — — — *Corydalis cava* und *C. solida*. 473  
 — — — — *Populus alba* und *P. tremula*. 473  
 — — — — *medusae*, Schädling von *Larix decidua* und *L. laricina*. 472  
 — — — — *Populus*-Arten. 472  
 — — — — *Tsuga canadensis*. 472  
 — — — — *pinitorqua*, Schädling von *Pinus montana* und *P. silvestris*. 472  
 — — — — *Populus alba* und *P. tremula*. 472  
 — — — — *pulcherrima*, Schädling von *Mercurialis annua*. 473  
 — — — — *Populus alba*. 473  
 — — — — *repentis*, Schädling von *Ochris latifolia* und *O. maculata*. 473  
 — — — — *Salix aurita* und *S. repens*. 473  
 — — — — *reticulatae*, Schädling von *Salix reticulata*. 473  
 — — — — *Saxifraga aizoides*. 473  
 — — — — *ribesii-epitea*, Schädling von *Ribes alpinum*, *R. grossularia* und *R. nigrum*. 473  
 — — — — *Salix aurita* und *S. cinerea*. 473  
 — — — — *purpureae*, Schädling von *Ribes alpinum*, *R. aureum* und *R. grossularia*. 473  
 — — — — *Salix purpurea*. 473  
 — — — — *viminalis*, Schädling von *Ribes alpinum*, *R. grossularia* und *R. rubrum*. 473  
 — — — — *Salix viminalis*. 473  
 — — — — *rostrupii*, Schädling von *Mercurialis perennis*. 473  
 — — — — *Populus alba* und *P. tremula*. 473  
*Melampsorella caryophyllacearum*, Schädling von *Abies lasiocarpa* und *A. pectinata*. 471  
 — — — — *Arenaria serpyllifolia*. 471  
 — — — — *Cerastium*-Arten. 471  
 — — — — *Moehringia trinervia*. 471  
 — — — — *Stellaria*-Arten. 471  
 — — — — *symphyti*, Schädling von *Abies pectinata*. 471  
 — — — — *Symphytum officinale*. 471  
*Melampsoridium betulinum*, Schädling von *Betula*-Arten. 471  
*Melampsoridium betulinum*, Schädling von *Larix decidua*. 471  
*Melampyrum pratense*, Aecidienwirt von *Puccinia molinae*. 483  
 — — — — *Teleutowirt* von *Coleosporium melampyri*. 474  
*Melica ciliata*, Teleutowirt von *Uromyces graminis*. 477  
*Meligethes aeneus*, Schädling des Raps. 323  
*Melisia blechni*, Schädling von *Blechnum spicant*. 471  
*Mercurialis annua*, Aecidienwirt von *Melampsora pulcherrima*. 473  
 — — — — *perennis*, Aecidienwirt von *Melampsora rostrupii*. 473  
*Mesidia gillettei* n. sp., natürlicher Feind von *Brachycolus tritici*. 326  
*Mespilus germanica*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium confusum*. 475  
*Methylglucosid*, Zersetzung durch *Bacterium gayoni*. 12  
 — — — — *intermedium*. 12  
 — — — — *mannitopoeum*. 12  
*Meum mutellina*, Aecidienwirt von *Puccinia mei-mamillata*. 486  
*Micrococcus acidovorax*, Zersetzung von Aepfelsäure. 19  
 — — — — *pyogenes a aureus*, Impfung von Fleischkonserven, Bombageversuch. 43  
 — — — — *selenicus* n. sp., Diagnose. 431  
 — — — — *variococcus*, Zersetzung von Aepfelsäure. 19  
 Milben, Schädlinge von Obstbäumen. 508  
 Milch, Ammoniakbildung durch *Penicillium roqueforti*. 120  
 — — — — Bakteriengehalt, Bestimmungsmethode. 424  
 — — — — Untersuchungsmethode. 433  
 — — — — bakteriologische Untersuchung, Bedeutung der Temperatur. 454  
 — — — — Bedeutung der Euterkokken. 423  
 — — — — Fadenziehen durch *Bacterium lactis viscosum*. 467  
 — — — — durch *Streptococcus acidilactici*. 461  
 — — — — Farbstoffbildung durch *Penicillium luteum*. 119  
 Milchsäure, Bildung durch *Bacterium gayoni*. 7, 15  
 — — — — *intermedium*. 3, 15  
 — — — — *mannitopoeum*. 3, 15  
 — — — — Wirkung auf die Gasbildung in Edamerkäse. 136  
 Milchsäureestich in Obstwein. 2  
 Milchsäureagar, Nährboden für bakteriologische Milchuntersuchung. 435  
*Milesina blechni*, Schädling von *Abies cephalonica* und *A. pectinata*. 471  
*Milium effusum*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis* f. sp. *avenae*. 349, 353  
 Mist, Stall-, Bodendüngung, Vergleich mit Kunstdünger. 424

- Mnemonica auricyanea*, Schädling der Edelkastanie. 327  
 —, — — Eiche. 327  
 —, —, *Sympherta mnemonicae* natürlicher Feind. 327  
*Moehringia trinervia*, Teleutowirt von *Melampsorella caryophyllacearum*. 471  
 Mohn, Schädigung durch Mohnwurzelrüßler. 507  
*Molinia coerules*, Teleutowirt von *Puccinia molinae* und *P. brunellarum-molinae*. 483  
*Monilia*, Schädling von Obstbäumen. 507  
 — *candida*, Kultur in sterilisiertem Boden. 345  
 Mottenschikdläuse, Bestimmungstabelle. 326  
 Müll, Verwendung zur Düngung von Kiefern. 426  
*Muhlenbergia*-Arten, Teleutowirt von *Puccinia muhlenbergiae*. 482  
*Musca domestica*, natürliche Feinde. 325  
*Mycotorula craterica*, Lebensdauer in Zuckerlösung. 37  
 — *radioplicata*, Lebensdauer in Zuckerlösung. 37  
*Myosotis intermedia*, Aecidienwirt von *Puccinia isiacae*. 483  
 — *silvatica*, Aecidienwirt von *Puccinia bromina*. 484  
*Myrica carolinensis*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium ellisii*. 476  
 — *cerifera*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium ellisii*. 476  
 — *gale*, Teleutowirt von *Cronartium comptoniae*. 475  
*Myzus cerasi*, *Aphidius cerasi* natürlicher Feind. 325  
 —, —, *Ephedrus lacertosus* natürlicher Feind. 325  
 —, —, — *validus* natürlicher Feind. 325  
 Narrentaschenkrankheit des Zwetschenbaumes. 507  
*Nasturtium palustre*, Aecidienwirt von *Puccinia isiacae*. 483  
 — *sinnatum*, Aecidienwirt von *Puccinia subnitens*. 483  
 Nematoden, Schädlinge des Hafers. 421, 507  
 —, — von Zuckerrüben. 507  
*Nematus gallarum*, Gallenbildung. 322  
 — *ribesiae*, Schädling vom Stachelbeerstrauch. 508  
 — *vallisnerii*, Gallenbildung. 322  
*Nemesia versicolor*, Teleutowirt von *Cronartium asclepiadeum*. 474  
*Nesaea verticillata*, Aecidienwirt von *Puccinia minutissima*. 480  
*Niptus hololeucus*, massenhaftes Auftreten. 323  
 Nitratreduktion s. Denitrifikation.  
*Nothoscordium bivalve*, Aecidienwirt von *Uromyces hordei*. 477  
 Obstbäume, Schädigung durch Baumweißling. 507  
 —, — — Blattläuse. 507  
 —, — — Blaukopf. 507  
 —, — — *Corticium javanicum*. 321  
 —, — — *Dolerus gonager*. 322  
 —, — — — *niger*. 322  
 —, — — — *vestigalis*. 322  
 —, — — *Eriocampa adumbrata*. 322  
 —, — — — *umbratica*. 322  
 —, — — Frostspanner. 508  
 —, — — *Hoplocampa*. 323  
 —, — — *Lyda pyri*. 323  
 —, — — Mehltau. 507  
 —, — — Milben. 508  
 —, — — *Monilia*. 507  
 —, — — Rauchgase. 328  
 —, — — Ringelspinner. 507  
 —, — — *Sclerotinia*-Arten. 558  
 Obstwein, Milchsäurestich. 2  
 —, Vorkommen von *Bacterium gracile*. 1  
 —, — — — *mannitopoeum*. 1  
*Ochropsora sorbi*, Schädling von *Anemone nemorosa*. 475  
 —, — — *Sorbus aucuparia*. 475  
*Oenanthe*-Arten, Aecidienwirt von *Uromyces lineolatus*. 477  
*Oenothera*-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia peckii*. 480  
*Oidium lactis*, Kultur in sterilisiertem Boden. 346  
*Omorgus difformis*, natürlicher Feind von *Polychrosis botrana*. 551  
 —, —, Schlupfzeit. 549  
*Onoclea sensibilis*, Teleutowirt von *Uredinopsis mirabilis*. 471  
*Orchis*-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia orchidearum phalaridis*. 481  
 — *latifolia*, Aecidienwirt von *Melampsora repentis*. 473  
 — *maculata*, Aecidienwirt von *Melampsora repentis*. 473  
*Ornithogalum narbonense*, Aecidienwirt von *Puccinia simplex*. 481  
 — *umbellatum*, Aecidienwirt von *Puccinia simplex*. 481  
*Origanum vulgare*, Aecidienwirt von *Puccinia stipina*. 482  
*Osmunda claytoniana*, Teleutowirt von *Uredinopsis osmundae*. 471  
*Otiorrhynchus*, Schädling von Klee. 507  
 — *ligustici*, Schädling von Luzerne. 507  
*Oxalis*-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia sorghi*. 481  
*Oxygraphis cymbalaria*, Aecidienwirt von *Puccinia cinerea*. 484  
*Pachymerus chinensis*, Schädling von indischen Futtererbsen. 325  
 — *4-maculatus*, Schädling von indischen Futtererbsen. 325  
*Pachytilus migratarius* var. *cinerascens*, massenhaftes Auftreten. 324



- Paeonia*-Arten, Teleutowirte von *Cronartium asclepiadeum*. 474
- Panicum miliaceum*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis*. 352, 353
- *virgatum*, Teleutowirt von *Puccinia panici*. 481
- Pappel, Düngungsversuche mit Abwasser. 426
- Paraphelinus tomaspidis* n. sp., natürlicher Feind von *Tomaspis varia*. 326
- Paris quadrifolia*, Aecidienwirt von *Puccinia sessilis*. 481
- Parnassia palustris*, Aecidienwirt von *Puccinia uliginosa*. 480
- Pastinaca sativa*, Aecidienwirt von *Uromyces lineolatus*. 477
- Patrinia rupestris*, Aecidienwirt von *Puccinia hemerocallidis*. 484
- *scabiosifolia*, Aecidienwirt von *Puccinia hemerocallidis*. 484
- Pediaspis aceris*, Gallenbildung an Bergahorn. 323
- Pedicularis palustris*, Aecidienwirt von *Puccinia paludosa*. 480
- — — — —, Teleutowirt von *Cronartium asclepiadeum*. 474
- Peucedanum ostruthium*, Aecidienwirt von *Puccinia imperatoriae-mamillata*. 485
- Penicillium*, Unterscheidung verschiedener Species nach physiologischen Merkmalen. 97
- , Verhalten auf verschiedenen Stickstoffquellen. 105
- , Widerstandsfähigkeit einiger Species gegen Essigsäure. 110, 120
- , — — — — — Kochsalz. 110, 120
- , — einzelner Species gegen hohe Temperaturen. 113
- *corymbiferum*, Farbstoffbildung. 120
- *glaucum*, physiologische Merkmale. 119
- , Verflüssigung von Gelatine. 105
- , Widerstandsfähigkeit gegen Kochsalz. 119
- *italicum*, Fäulniserreger an Apfelsinen. 120
- —, Koremienbildung. 120
- —, Verflüssigung von Gelatine. 105
- *luteum*, Farbstoffbildung auf Milch. 119
- —, Verflüssigung von Gelatine. 105
- *olivaceum*, Verflüssigung von Gelatine. 105
- —, Widerstandsfähigkeit gegen Essigsäure. 120
- *purpurogenum*, physiologische Merkmale. 120
- —, Verflüssigung von Gelatine. 105
- *roqueforti*, Ammoniakbildung auf Milch. 120
- —, Verflüssigung von Gelatine. 105
- —, Widerstandsfähigkeit gegen Essigsäure. 120
- —, — — Kochsalz. 120
- —, — — Milchsäure. 120
- Penicillium viridicatum*, Farbstoffbildung. 120
- Pentstemon-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia andropogonis*. 481
- Pepton, Wirkung auf Entwicklung der Milobakterien. 447, 453
- Peridermium pini acicola*, Schädling von Föhren. 508
- Periplaneta americana*, Biologie und Bekämpfung. 327
- *australasiae*, Biologie und Bekämpfung. 327
- Peronospora maydis*, Schädling vom Mais. 321
- *trifoliorum*, Schädling von Luzerne. 507
- Perrisia ignorata*, Schädling von Luzerne. 507
- *onobrychidis*, Schädling von Esparsette. 507
- Pestalozzia palmarum*, Schädling vom Teestrauch. 322
- Petasites-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia petasiti-pulchellae*. 484
- *albus*, Aecidienwirt von *Puccinia petasiti-pulchellae*. 82
- *hybridus*, Aecidienwirt von *Puccinia petasiti-pulchellae*. 82
- *niveus*, Aecidienwirt von *Puccinia petasiti-pulchellae*. 79
- *officinalis*, Teleutowirt von *Coleosporium petasitidis*. 474
- Pfirsichbaum, Kräuselkrankheit. 507
- , Schädigung durch Mehltau. 507
- Pflanzen, Assimilation, Bedeutung des Humus. 518
- , Behandlung mit Hochfrequenzströmen. 500
- , Blütenbildung, Bedeutung der Kohlehydrate. 515
- , Schutzmittel gegen Tierfraß. 508
- , Stärkeökonomie. 426
- Pflanzenkrankheiten, Habitusbild, Bedeutung für die Diagnostik. 178
- Pflanzenschutz, Organisation in der Rheinprovinz. 183
- Pflaumenbaum, Schädigung durch Blattläuse. 507
- , — — *Hyponomeuta padi*. 324
- , — — *Monilia*. 507
- Phalaris arundinacea*, Teleutowirt von *Puccinia*-Arten. 481
- *canariensis*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis* f. sp. *avenae*. 349, 353
- Phegopteris dryopteris*, Teleutowirt von *Hyalopsera polypodii dryopteridis*. 471
- Philadelphus coronarius*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium speciosum*. 476
- *keteleerii*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium speciosum*. 476
- Phleum asperum*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis* f. sp. *avenae*. 349, 353
- *boehmeri*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis*. 353

- Phleum michelii*, Teleutowirt von *Uromyces phlei michelii*. 477  
 — — — *Puccinia graminis*. 353  
*Phoma galinsogae*, Schädling von *Galinsoga parviflora*. 185  
*Phora rufipes*, *Bracon urinator* natürlicher Feind. 325  
 — —, *Bracon variator* natürlicher Feind. 325  
 — *tubercum*, *Bracon urinator* natürlicher Feind. 325  
 — —, *Bracon variator* natürlicher Feind. 325  
*Phoradendron flavescens*, Fruchtbildung. 505  
 — —, Keimungsversuche. 505  
*Phragmites communis*, Teleutowirt von *Puccinia*-Arten. 482, 483  
*Phryma leptostachya*, Aecidienwirt von *Puccinia phrymae*. 480  
*Phyllospadix*, Vorkommen auf *Laminaria*-Bänken. 322  
*Physcus fijiensis* n. sp., natürlicher Feind von *Aspidiotus*. 326  
 — *gracilis* n. sp., natürlicher Feind von *Lepidosaphes*. 326  
 — *townsendi* n. sp. 326  
*Phyteuma*, Teleutowirte von *Coleosporium campanulae*. 473  
 — *orbiculare*, Aecidienwirt von *Uromyces oaricis sempervirentis*. 477  
*Phytophthora*, Auftreten, Bedeutung der Kalidüngung. 539  
 — *faberi*, Schädling vom Gummibaum. 321  
 — — — *Kakaobaum*. 321  
 — *infestans*, Schädling der Kartoffel. 321, 507, 520  
 — *nicotianae*, Schädling der Tabakpflanze. 321  
*Picea ajanensis*, Aecidienwirt von *Chrysomyxa expansa*. 473  
 — — — Arten, Aecidienwirte von *Chrysomyxa ledi*. 473  
 — — — — — *ledicola*. 473  
 — — — — — *pirolae*. 473  
 — — — — — *Pucciniastrum areolatum*. 471  
*Picea excelsa*, Aecidienwirt von *Chrysomyxa rhododendri*. 473  
 — — — — — *Pucciniastrum sparsum*. 471  
 — *mariana*, Aecidienwirt von *Chrysomyxa cassandrae*. 473  
 — *rubra*, Aecidienwirt von *Chrysomyxa cassandrae*. 473  
*Pieris brassicae*, massenhaftes Auftreten. 323  
 Pilze, Parasitismus, Entstehung. 392  
*Pimpinella magna*, Aecidienwirt von *Puccinia pimpinellae-bistortae*. 485  
*Pimpla alternans*, natürlicher Feind von *Polychrosis ambiguella*. 551  
 — —, Schlüpfzeit. 549  
 — *sagax*, natürlicher Feind von *Polychrosis botrana*. 551  
*Pimpla strigipleuris*, Schlüpfzeit. 549  
 — *vesicaria*, natürlicher Feind von *Polychrosis botrana*. 551  
*Pinus arizonica*, Aecidienwirt von *Cronartium comandrae*. 474  
*Pinus*-Arten, Aecidienwirte von *Cronartium comptoniae*. 476  
 — — — — — *queroum*. 476  
 — *austriaca*, Aecidienwirt von *Coleosporium senecionis*. 474  
 — *cembra*, Aecidienwirt von *Cronartium ribicolum*. 474  
 — *contorta*, Aecidienwirt von *Cronartium comandrae*. 474  
 — *densiflora*, Aecidienwirt von *Coleosporium asterum*. 474  
 — *divaricata*, Aecidienwirt von *Cronartium comandrae*. 474  
 — *edulis*, Aecidienwirt von *Coleosporium ribicolum*. 474  
 — *lambertiana*, Aecidienwirt von *Cronartium ribicolum*. 474  
 — *montana*, Aecidienwirt von *Coleosporium cacaliae*. 474  
 — — — — — *campanulae*. 473  
 — — — — — *melampyri*. 474  
 — — — — — *Melampsora pinitorqua*. 472  
 — *palustris*, Aecidienwirt von *Coleosporium vernoniae*. 474  
 — *ponderosa*, Aecidienwirt von *Cronartium coleosporioides*. 474  
 — — — — — *comandrae*. 474  
 — — — — — Schädigung durch *Evetria*. 327  
 — *rigida*, Aecidienwirt von *Coleosporium delicatulum*. 474  
 — — — — — *solidaginis*. 474  
 — — — — — *Cronartium comandrae*. 474  
 — *silvestris*, s. a. Föhre und Kiefer.  
 — — — Aecidienwirt von *Coleosporium campanulae*. 473  
 — — — — — *Coleosporium euphrasiae*. 473  
 — — — — — *Coleosporium inulae*. 474  
 — — — — — *Coleosporium melampyri*. 474  
 — — — — — *Coleosporium petasitidis*. 474  
 — — — — — *Coleosporium pulsatillae*. 473  
 — — — — — *Coleosporium senecionis*. 474  
 — — — — — *Coleosporium sonchi*. 474  
 — — — — — *Coleosporium tussilaginis*. 474  
 — — — — — *Cronartium asclepiadeum*. 474  
 — — — — — *Melampsora pinitorqua*. 472  
 — *strobilus*, Aecidienwirt von *Cronartium ribicolum*. 474  
 — *taeda*, Aecidienwirt von *Coleosporium vernoniae*. 474  
 — *virginiana*, Aecidienwirt von *Coleosporium inconspicuum*. 474  
*Piptatherum holciforme*, Teleutowirt von *Puccinia himalensis*. 481  
*Pirola*-Arten, Teleutowirte von *Chrysomyxa pirolae*. 473

- Pirus*-Arten, Aecidienwirte von *Gymnosporangium aurantiacum*. 476  
 — *communis*, s. a. Birnbaum.  
 — —, Aecidienwirt von *Gymnosporangium sabiniae*. 475  
 — *coronaria* Aecidienwirt von *sporangium globosum*. 475  
 — —, — — *Gymnosporangium juniperi virginianae*. 476  
 — —, — — *Gymnosporangium nidus-avis*. 475  
 — *joensis*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium nidus-avis*. 475  
 — *malus*, s. a. Apfelbaum.  
 — —, Aecidienwirt von *Gymnosporangium globosum*. 475  
 — —, — — *Gymnosporangium juniperi virginianae*. 476  
 — —, — — *Gymnosporangium nidus-avis*. 475  
 — —, — — *Gymnosporangium tremeloides*. 475  
 — *sinensis*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium asiaticum*. 476  
 — —, — — *Gymnosporangium japonicum*. 476  
 — *variolosa*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium cunninghamianum*. 476  
*Pisum arvense*, Teleutowirt von *Uromyces pisi*. 478  
 — *sativum*, Teleutowirt von *Uromyces pisi*. 478  
*Plantago*-Arten, Aecidienwirte von *Uromyces seditiosus*. 477  
 — *lanceolata*, Aecidienwirt von *Puccinia cynodontis*. 482  
*Plasmodiophora brassicae*, Schädling vom Kohl. 507  
*Plasmopara cubensis*, Schädling von Gurken. 507  
 — *viticola*, Schädling vom Weinstock. 508  
*Platyaster niger*, natürlicher Feind von *Cecidomyia piri*. 325  
*Poa*-Arten, Teleutowirte von *Puccinia petasiti-pulchellae*. 484  
 — —, — — *Puccinia poarum*. 483  
 — —, — — *Uromyces poae*. 477  
 — *alpina*, Infektion durch *Puccinia petasiti-pulchellae*. 83  
 — —, Teleutowirt von *Uromyces poae alpinae*. 477  
 — —, Wirtspflanze von *Puccinia graminis*. 352, 353  
 — *aspera*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis*. 352, 353  
 — *caesia*, Schädigung durch *Puccinia graminis f. sp. poae*. 349  
 — —, Wirtspflanze von *Puccinia graminis*. 353  
 — *chaixii*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis*. 352, 353  
 — *compressa*, Schädigung durch *Puccinia graminis f. sp. poae*. 349  
*Poa compressa*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis*. 353  
 — *nemoralis*, Infektion durch *Puccinia petasiti-pulchellae*. 83  
 — — *var. firmula*, Teleutowirt von *Puccinia persistens*. 484  
 — *pratensis*, Schädigung durch *Puccinia graminis f. sp. poae*. 349  
 — —, Teleutowirt von *Uromyces pratensis*. 477  
 — —, Wirtspflanze von *Puccinia graminis*. 353  
*Podogaster evetivorus* n. sp., natürlicher Feind von *Evetria*. 327  
*Polemonium reptans*, Aecidienwirt von *Uromyces acuminatus*. 477  
*Pollinia nuda*, Teleutowirt von *Puccinia pollinae*. 481  
*Polygonatum*-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia sessilis*. 481  
*Polygonum alpinum*, Teleutowirt von *Puccinia nitidula*. 485  
 — Arten, Teleutowirte von *Puccinia polygoni*. 484  
 — —, — — *Puccinia polygoni amphibii*. 484  
 — —, — — *Puccinia septentrionalis*. 485  
 — *bistorta*, Teleutowirt von *Puccinia*-Arten. 485  
 — *viviparum*, Teleutowirt von *Puccinia*-Arten. 485  
*Polystigma rubrum*, Schädling vom Zwetschenbaum. 507  
*Populus alba*, Teleutowirt von *Melampsora larici-tremulae*. 472  
 — —, — — *Melampsora magnusiana*. 473  
 — —, — — *Melampsora pinitorqua*. 472  
 — —, — — *Melampsora pulcherrima*. 473  
 — —, — — *Melampsora rostrupii*. 473  
 — — Arten, Teleutowirte von *Melampsora allii-populina*. 472  
 — —, — — *Melampsora larici populina*. 472  
 — —, — — *Melampsora medusae*. 472  
 — *tremula*, Teleutowirt von *Melampsora larici-tremulae*. 472  
 — —, — — *Melampsora magnusiana*. 473  
 — —, — — *Melampsora pinitorqua*. 472  
 — —, — — *Melampsora rostrupii*. 473  
 — *tremuloides*, Teleutowirt von *Melampsora albertensis*. 471  
*Porteranthus stipulatus*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium exterum*. 476  
*Praon volucre*, natürlicher Feind von *Aphis pruni*. 325  
*Proteus vulgaris* s. *Bacterium vulgare*.  
 Protozoen, Anhäufung im Boden. 430  
 Protozoen, Bedeutung für die Bakterienflora des Bodens. 430  
*Prunus*-Arten, Teleutowirte von *Puccinia pruni spinosae*. 485  
 — —, — — *Pucciniastrum areolatum*. 471

- Prunus avium* s. Süßkirsche.  
 — *spinosa*, Schädigung durch *Hoplocampa*. 323  
*Pseudomycoderma vini*, Lebensdauer in Zuckerlösung. 37  
*Pseudopeziza medicaginis*, Schädling von Luzerne. 507  
*Pseudosaccharomyces apiculatus*, Kultur in sterilisiertem Boden. 344  
 — — — — —, Vorkommen im Boden. 341  
*Pseudotsuga mucronata*, Aecidienwirt von *Melampsora albertensis*. 471  
*Ptelea trifoliata*, Aecidienwirt von *Puccinia windsorise*. 484  
*Puccinia actaeae-agropyri*, Schädling von *Actaea spicata*. 484  
 — — — — —, — — *Agropyrum caninum*. 484  
 — *aecidii leucanthemi*, Schädling von *Carex montana*. 479  
 — — — — —, — — *Chrysanthemum leucanthemum*. 479  
 — *agropyri*, Schädling von *Agropyrum*-Arten. 484  
 — — — — —, — — *Anemone cylindrica*. 484  
 — — — — —, — — *Clematis*-Arten. 484  
 — — — — —, — — *Elymus canadensis*. 484  
 — *agrostidis*, Schädling von *Agrostis*-Arten. 482  
 — — — — —, — — *Aquilegia vulgaris* und *A. alpina*. 482  
 — *alpestris*, Schädling von *Crepis alpestris*. 223  
 — *alternans*, Schädling von *Festuca thurberi*. 484  
 — — — — —, — — *Thalictrum dioicum*. 484  
 — *amphigena*, Schädling von *Calamovilfa longifolia*. 482  
 — — — — —, — — *Smilax hispida* und *S. herbacea*. 482  
 — *andropogonis*, Schädling von *Andropogon virginicus* und *A. scoparius*. 481  
 — — — — —, — — *Pentstemon hirsutus* und *P. alpinus*. 481  
 — *angelicae-mamillata*, Schädling von *Angelica silvestris*. 484  
 — — — — —, — — *Polygonum bistorta*. 485  
 — *angustata*, Schädling von *Lycopus americanus* und *L. communis*. 478  
 — — — — —, — — *Scirpus atrovirens* und *S. cyperinus*. 478  
 — *argentata*, Schädling von *Adoxa moschatellina*. 485  
 — — — — —, — — *Impatiens noli-tangere* und *I. aurea*. 485  
 — *aristidae*, Schädling von *Aristida pennata*. 482  
 — — — — —, — — *Heliotropium europaeum*. 482  
 — *arrhenateri*, Schädling von *Arrhenatherum elatius*. 482  
 — — — — —, — — *Berberis vulgaris*. 482  
 — *astrantiae-vivipari*, Schädling von *Astrantia minor*. 485  
 — — — — —, — — *Polygonum viviparum*. 485  
*Puccinia australis*, Schädling von *Diplachne serotina*. 483  
 — — — — —, — — *Sedum*-Arten. 483  
 — *bartholomaci*, Schädling von *Asclepias incarnata* und *A. syriaca*. 482  
 — — — — —, — — *Bouteloua curtipendula*. 482  
 — *bolleyana*, Schädling von *Carex*-Arten. 480  
 — — — — —, — — *Sambucus canadensis*. 480  
 — *borealis*, Schädling von *Agrostis borealis*. 482  
 — — — — —, — — *Thalictrum alpinum*. 482  
 — *bromina*, Aecidienwirte. 484  
 — — — — —, Schädling von *Bromus*-Arten. 484  
 — *cari-bistortae*, Schädling von *Angelica silvestris*. 485  
 — *brunellarum-moliniae*, Schädling von *Brunella vulgaris*. 483  
 — — — — —, — — *Molinia coerulea*. 483  
 — *canaliculata*, Schädling von *Cyperus esculentus*. 478  
 — — — — —, — — *Ligularia sibirica*. 478  
 — — — — —, — — *Xanthium canadense*. 478  
 — *cari-bistortae*, Schädling von *Carum carvi*. 485  
 — — — — —, — — *Polygonum bistorta*. 485  
 — *caricis*, Schädling von *Carex*-Arten. 480  
 — — — — —, — — *Urtica*-Arten. 480  
 — — *erigerontis*, Schädling von *Carex festucacea*. 479  
 — — — — —, — — *Erigeron*-Arten. 479  
 — — *frigidae*, Schädling von *Carex frigida*. 479  
 — — — — —, — — *Cirsium*-Arten. 479  
 — — *solidaginis*, Schädling von *Carex*-Arten. 479  
 — — — — —, — — *Dulichium arundinaceum*. 479  
 — — — — —, — — *Solidago*-Arten. 479  
 — *ceanothi*, Schädling von *Andropogon hallii*. 481  
 — — — — —, — — *Ceanothus americanus*. 481  
 — *centaureae*, Infektion von *Centaurea jacea* var. *angustifolia*. 277  
 — — — — —, — — *Centaurea nervosa*. 277  
 — — — — —, — — *Centaurea nigra*. 277  
 — — — — —, — — *Centaurea nigrescens*. 277  
 — — — — —, — — *Centaurea transalpina*. 277  
 — — *f. sp. albae*, Infektion von *Centaurea alba*. 270  
 — — — — —, — — *Centaurea rhenana*. 270  
 — — — — —, — — *Centaurea vallesiaca*. 270  
 — — — — —, — — *caricis*, Schädling von *Carex*-Arten. 479  
 — — — — —, — — *Centaurea*-Arten. 479  
 — — *f. sp. maculosae*, Infektion von *Centaurea axillaris*. 269  
 — — — — —, — — *Centaurea maculosa*. 269  
 — — — — —, — — *Centaurea vallesiaca*. 269

- Puccinia centaureae* f. *sp. nervosae*, Infektion von *Centaurea nervosa*. 274  
 — — — — — *nigrae*, Infektion von *Centaurea nigra*. 273, 274  
 — — — — — *rhenanae*, Infektion von *Centaurea alba*. 268  
 — — — — —, — — *Centaurea rhenana*. 268  
 — — — — — *scabiosae*, Infektion von *Centaurea scabiosa*. 272  
 — — — — — *transalpinae*, Infektion von *Centaurea alba*. 271  
 — — — — —, — — *Centaurea austriaca*. 271  
 — — — — —, — — *Centaurea jacea*. 271  
 — — — — — *Centaurea jacea* var., *longifolia*. 271  
 — — — — —, — — *Centaurea nervosa*. 271  
 — — — — —, — — *Centaurea nigrescens*. 271  
 — — — — —, — — *Centaurea phrygia*. 271  
 — — — — —, — — *Centaurea transalpina*. 271  
 — — — — — *vallesiaca* n. sp., Infektion von *Centaurea alba*. 267  
 — — — — —, Diagnose. 279  
 — — — — —, Infektion von *Centaurea cyanus*. 266, 267  
 — — — — —, — — *Centaurea rhenana*. 267  
 — — — — —, — — *Centaurea vallesiaca*. 266, 267  
 — — — — — *cerinthes-agropyrrina*, Schädling von *Agropyrum trichophorum*. 484  
 — — — — —, — — *Cerinthe minor*. 484  
 — — — — — *chrysopogonis*, Schädling von *Chrysopogon gryllus*. 481  
 — — — — —, — — *Jasminum humile*. 481  
 — — — — — *cinerea*, Schädling von *Oxygraphis cymbalaria*. 484  
 — — — — —, — — *Puccinellia airoides*. 484  
 — — — — — *conopodii-bistortae*, Schädling von *Conopodium denudatum*. 485  
 — — — — —, — — *Polygonum bistorta*. 485  
 — — — — — *coronata*, Schädling von Gramineen und *Rhamnus*-Arten. 480  
 — — — — — *crandallii*, Schädling von *Festuca confinis*. 483  
 — — — — —, — — *Symphoricarpus racemosus*. 483  
 — — — — — *crepidicola*, Beschreibung. 261  
 — — — — —, Infektion von *Crepis foetida*. 241  
 — — — — —, — — *Crepis setosa*. 244  
 — — — — —, — — *Crepis taraxacifolia*. 243, 245  
 — — — — —, — — *Crepis tectorum*. 244  
 — — — — —, — — *Crepis virens*. 245  
 — — — — — *crepidis*, Infektion von *Crepis tectorum*. 247  
 — — — — — *aureae*, Infektion von *Crepis aurea*. 223, 240  
 — — — — — *blattarioidis* n. sp., Diagnose. 255  
 — — — — —, — — *Crepis alpestris*. 235  
*Puccinia crepidis blattarioides* n. sp., Infektion von *Crepis blattarioides*. 234, 235  
 — — — — —, — — *Crepis tectorum*. 235  
 — — — — —, — — *Crepis virens*. 235  
 — — — — — f. *alpestris*, Schädling von *Crepis alpestris*. 256  
 — — — — —, — — *setosae*, Infektion von *Crepis setosa*. 247  
 — — — — —, — —, Schädling von *Crepis setosa*. 257  
 — — — — — n. f. *foetidae*, Beschreibung. 260  
 — — — — — *grandiflorae* n. sp., Diagnose. 254  
 — — — — —, — —, Infektion von *Crepis belidifolia*. 231  
 — — — — —, — — *Crepis dioscoridis*. 231  
 — — — — —, — — *Crepis grandiflora*. 231, 232  
 — — — — —, — —, Unterschied von *P. major*. 253  
 — — — — —, — —, Infektion von *Crepis tectorum*. 231  
 — — — — — *montanae*, Beschreibung. 262  
 — — — — —, Infektion von *Crepis montana*. 246  
 — — — — — *pygmaeae*, Schädling von *Crepis pygmaea*. 223  
 — — — — — *crucheti* n. sp., Diagnose. 258  
 — — — — —, Infektion von *Crepis succisaefolia*. 236, 237, 238  
 — — — — — *cynodontis*, Schädling von *Cynodon dactylon*. 482  
 — — — — —, — — *Plantago lanceolata*. 482  
 — — — — — *dietrichiana*, Schädling von *Agropyrum caninum*. 484  
 — — — — —, — — *Trollius europaeus*. 484  
 — — — — — *dioicae*, Schädling von *Carex dioica* und *C. davalliana*. 479  
 — — — — —, — — *Cirsium*-Arten. 479  
 — — — — — *dispersa*, Schädling von *Anchusa arvensis* und *A. officinalis*. 480  
 — — — — —, — — Getreide. 506  
 — — — — —, — — *S. cale cereale* und *S. montanum*. 480  
 — — — — — *dumetorum*, Schädling von *Geranium*-Arten. 484  
 — — — — — *eatoniae*, Schädling von *Eatonia pennsylvanica*. 484  
 — — — — —, — — *Ranunculus abortivus*. 484  
 — — — — — *eleocharidis*, Schädling von *Eleocharis palustris*. 478  
 — — — — —, — — *Eupatorium perfoliatum*. 478  
 — — — — — *ellisiana*, Schädling von *Andropogon virginicus*. 480  
 — — — — —, — — *Viola*-Arten. 481  
 — — — — — *elymi*, Schädling von *Agropyrum cristatum*. 484  
 — — — — —, — — *Elymus arenarius*. 484  
 — — — — —, — — *Thalictrum minus*. 484  
 — — — — — *eriphori*, Schädling von *Eriophorum angustifolium* und *E. viridi-carinatum*. 478

- Puccinia eriophori*, Schädling von *Senecio paluster* und *S. aureus*. 478  
 — *extensicola*, Schädling von *Aster*-Arten. 480  
 — —, — — *Carex*-Arten. 480  
 — —, — — *Euthannia graminifolia*. 480  
 — *festucae*, Schädling von *Festuca*-Arten. 483  
 — —, — — *Lonicera nigra* und *L. periclymenum*. 483  
 — *firma*, Schädling von *Bellidiastrum michelii*. 479  
 — —, — — *Carex firma*. 479  
 — *glumarum*, Schädling von Roggen und Weizen. 506  
 — *graminis*, Schädling von *Berberis*- und *Mahonia*-Arten. 480  
 — —, — — *Gramineen*. 480  
 — — f. *p. airae*, Schädling von *Aira bottnica*. 349  
 — — — —, — — *Aira caespitosa*. 349  
 — — — — *agrostis*, Schädling von *Agrostis canina*. 349  
 — — — —, — — *Agrostis stolonifera*. 349  
 — — — — *avenae*, Spezialisierung. 367  
 — — — —, Wirtspflanzen. 349  
 — — n. f. *sp. epigeii*, Spezialisierung. 368  
 — — — —, Wirtspflanzen. 359, 364  
 — — f. *sp. poae*, Schädling von *Poa caesia*. 349  
 — — — —, — — *Poa compressa*. 349  
 — — — —, — — *Poa pratensis*. 349  
 — — — — *secalis*, Spezialisierung. 366  
 — — — —, Wirtspflanzen. 349  
 — — — — *tritici*, Spezialisierung. 366  
 — — — —, Wirtspflanzen. 349  
 — *hemerocallidis*, Schädling von *Hemerocallis minor*. 484  
 — —, — — *Patrinia rupestris* und *P. scabiosifolia*. 484  
 — *himalensis*, Schädling von *Brachypodium silvaticum*. 481  
 — —, — — *Festuca gigantea*. 481  
 — —, — — *Piptatherum holciforme*. 481  
 — —, — — *Rhamnus dahurica*. 481  
 — *hydnoidea*, Schädling von *Bromus ciliatus*. 484  
 — —, — — *Dirca palustris*. 484  
 — *jaceae*, Infektion von *Centaurea alba*. 275, 276  
 — —, — — *Centaurea austriaca*. 275, 276  
 — —, — — *Centaurea cyanus*. 275, 276  
 — —, — — *Centaurea diffusa*. 275, 276  
 — —, — — *Centaurea jacea*. 275, 276  
 — —, — — *Centaurea jacea* var. *angustifolia*. 275, 276  
 — —, — — *Centaurea nigra*. 275, 276  
 — —, — — *Centaurea nigrescens*. 275, 276  
 — —, — — *Centaurea phrygia*. 276  
 — —, — — *Centaurea rhenana*. 275, 276  
 — —, — — *Centaurea transalpina*. 275, 276  
*Puccinia imperatoriae-mamillata*, Schädling von *Peucedanum ostruthium*. 485  
 — — — —, — — *Polygonum bistorta*. 485  
 — *intybi*, Infektion von *Crepis praemorsa*. 223, 238  
 — *inulae phragmiticola*, Schädling von *Inula grandis*. 483  
 — — — —, — — *Phragmites communis*. 483  
 — *isiacae*, *Aecidien*wirte. 483  
 — —, Schädling von *Phragmites communis*. 483  
 — *junci*, Schädling von *Ochrorium intybus*. 478  
 — —, — — *Juncus compressus* und *J. gerardi*. 478  
 — —, — — *Sonchus*-Arten. 478  
 — *karellica*, Schädling von *Carex limosa*. 480  
 — —, — — *Trientalis europaea*. 480  
 — *kelseyi*, Schädling von *Spartina michauxiana*. 482  
 — —, — — *Steironema ciliatum*. 482  
 — *koeleriae*, Schädling von *Koeleria cristata*. 483  
 — —, — — *Mahonia aquifolium*. 483  
 — *ligericae*, Schädling von *Carex ligetica*. 479  
 — —, — — *Senecio silvaticus*. 479  
 — *limosae*, Schädling von *Carex limosa*. 480  
 — —, — — *Lysimachia vulgaris* und *L. thyrsiflora*. 480  
 — *linosyridi-caricis*, Schädling von *Carex humilis*. 479  
 — — — —, — — *Linosyris vulgaris*. 479  
 — *lolii*, Schädling von *Rhamnus cathartica*. 481  
 — —, *Teleutowirte*. 481  
 — *longissima*, Schädling von *Koeleria gracilis*. 483  
 — —, — — *Sedum acre* und *S. boloniense*. 483  
 — *macrospora*, Schädling von *Carex comosa*. 480  
 — —, — — *Smilax hispida*. 480  
 — *magnusiana*, Schädling von *Phragmites communis*. 483  
 — —, — — *Ranunculus bulbosus* und *R. repens*. 483  
 — *major*, Infektion von *Crepis paludosa*. 223, 229  
 — —, — — *Crepis grandiflora*. 223  
 — —, Unterschied von *P. crepidis grandiflorae*. 253  
 — *mayidis*, *Aecidiogenese*. 395  
 — *mei-mamillata*, Schädling von *Meum mutellina*. 485  
 — — — —, — — *Polygonum bistorta* und *P. viviparum*. 485  
 — *minutissima*, Schädling von *Carex filiformis*. 480  
 — —, — — *Nesaea verticillata*. 480

- Puccinia molinae*, Schädling von-Melampyrum pratense. 483  
 — — — — — *Molinia coerulea*. 483  
 — — — — — *montanensis*, Schädling von *Agropyrum tenerum*. 484  
 — — — — — *Elymus virginicus*. 484  
 — — — — — *Hydrophyllum capitatum*. 484  
 — — — — — *muhlenbergiae*, Aecidienwirte. 482  
 — — — — — Schädling von *Muhlenbergia*-Arten. 482  
 — — — — — *Sporobolus asperifolius*. 482  
*Puccinia nitidula*, Schädling von *Hera-  
 cleum sibiricum*. 485  
 — — — — — *Polygonum alpinum*. 485  
 — — — — — *obliterata*, Schädling von *Agropyrum  
 biflorum*. 484  
 — — — — — *Aquilegia canadensis*. 484  
 — — — — — *Thalictrum alpinum*. 484  
 — — — — — *obscura*, Schädling von *Bellis perennis*. 478  
 — — — — — *Luzula campestris*. 478  
 — — — — — *obtecta*, Schädling von *Bidens con-  
 natus* und *B. frondosus*. 478  
 — — — — — *Scirpus americanus*. 478  
 — — — — — *obtusata*, Schädling von *Ligustrum  
 vulgare*. 483  
 — — — — — *Phragmites communis*. 483  
 — — — — — *opizii*, Schädling von *Carex muricata*  
 und *C. siccata*. 479  
 — — — — — *Lactuca*-Arten. 479  
 — — — — — *Lampsana communis*. 479  
 — — — — — *orchidearum phalaridis*, Schädling von  
*Orchis*-Arten. 481  
 — — — — — *Phalaris arundinacea*. 481  
 — — — — — *paludosa*, Schädling von *Carex goode-  
 noughii*. 480  
 — — — — — *Pedicularis palustris*. 480  
 — — — — — *panici*, Schädling von *Euphorbia margi-  
 nata* und *E. corollata*. 481  
 — — — — — *Panicum virgatum*. 481  
 — — — — — *patruelis*, Schädling von *Agoseris glauca*. 479  
 — — — — — *Carex pratensis*. 479  
 — — — — — *peckii*, Schädling von *Carex lanigunosa*. 480  
 — — — — — *Oenothera biennis* und *O.  
 serrulata*. 480  
 — — — — — *peridermispora*, Schädling von *Fraxinus  
 lanceolata*. 482  
 — — — — — *Spartina*-Arten. 482  
 — — — — — *permixta*, Schädling von *Allium*-Arten. 483  
 — — — — — *Diplachne serotina*. 483  
 — — — — — *perplexans*, Schädling von *Alopecurus*-  
 Arten. 482  
 — — — — — *Ranunculus acer*. 482  
 — — — — — *persistens*, Schädling von *Agropyrum  
 repens*. 484  
 — — — — — *Thalictrum*-Arten. 484  
 — — — — — *Poa nemoralis* var. *firmula*. 484  
 — — — — — *petasiti-pulchellae* n. sp., Aecidienbil-  
 dung auf *Petasites albus*. 82  
*Puccinia petasiti-pulchellae* n. sp., Aeci-  
 dienbildung auf *Petasites hybridus*. 82  
 — — — — — *Petasites niveus*. 79  
 — — — — — Diagnose. 85  
 — — — — — Infektion von *Poa alpina*. 83  
 — — — — — *Poa nemoralis*. 83  
 — — — — — Infektion von *Tussilago far-  
 fara*. 83  
 — — — — — Morphologie. 83  
 — — — — — Schädling von *Petasites* Arten. 484  
 — — — — — n. sp., Teleutolager auf *Festuca  
 pulchella*. 77  
 — — — — — Teleutowirte. 484  
 — — — — — *phalaridis*, Schädling von *Arum macu-  
 latum*. 481  
 — — — — — *Phalaris arundinacea*. 481  
 — — — — — *phragmitis*, Schädling von *Phragmites  
 communis*. 482  
 — — — — — *Rumex*-Arten. 482  
 — — — — — *phrymae*, Schädling von *Carex longi-  
 rostris*. 480  
 — — — — — *Phryma leptostachya*. 480  
 — — — — — *pimpinellae-bistortae*, Schädling von  
*Pimpinella magna*. 485  
 — — — — — *Polygonum viviparum*. 485  
 — — — — — *poarum*, Schädling von *Poa*-Arten. 483  
 — — — — — *Tussilago farfara*. 483  
 — — — — — *pollinae*, Schädling von *Pollinia nuda*. 481  
 — — — — — *Strobilanthes dalhousianus*. 481  
 — — — — — *polygoni*, Schädling von *Polygonum  
 convolvulus* und *P. dumetorum*. 484  
 — — — — — *amphibii*, Schädling von *Polygonum*-  
 Arten. 484  
 — — — — — *vivipari*, Schädling von *Angelica sil-  
 vestris*. 485  
 — — — — — *amphibii*, Schädling von *Geranium*-  
 Arten. 484  
 — — — — — *vivipari*, Schädling von *Polygonum  
 viviparum*. 485  
 — — — — — *praecox*, Abnahme der Infektionsfähig-  
 keit der Uredogeneration. 248  
 — — — — — Infektion von *Crepis alpina*. 226, 227  
 — — — — — *Crepis biennis*. 223, 225—228  
 — — — — — *Crepis foetida*. 227  
 — — — — — *Crepis neglecta*. 226, 227  
 — — — — — *Crepis nicaeensis*. 227, 228  
 — — — — — *Crepis rubra*. 227  
 — — — — — *Crepis setosa*. 226, 227, 228  
 — — — — — *Crepis taraxacifolia*. 226  
 — — — — — *Crepis tectorum*. 227  
 — — — — — *Crepis virens*. 226, 228  
 — — — — — *procera*, Schädling von *Impatiens aurea*. 484  
 — — — — — *Elymus*-Arten. 484  
 — — — — — *pruni spinosae*, Aecidienwirte. 485  
 — — — — — Schädling von *Amygdalus com-  
 munis*. 485  
 — — — — — *Prunus*-Arten. 485

- Puccinia pustulata*, Schädling von *Andropogon furcatus* und *A. scoparius*. 481  
 —, — — *Comandra umbellata*. 481  
 — *ribesii-caricis*, Schädling von *Carex*-Arten. 480  
 —, — — *Ribes*-Arten. 480  
 — *rupestris*, Schädling von *Carex rupestris*. 479  
 —, — — *Saussurea alpina*. 479  
 — *schmidtiana*, Schädling von *Leucocjum vernum* und *L. aestivum*. 481  
 —, — — *Phalaris arundinacea*. 481  
 — *schoeleriana*, Schädling von *Carex arenaria*. 479  
 —, — — *Senecio*-Arten. 479  
 — *schroeteriana*, Schädling von *Carex flava*. 479  
 —, — — *Serratula tinctoria*. 479  
 — *scirpi*, Schädling von *Limnanthemum nymphaeoides*. 478  
 —, — — *Scirpus lacustris*. 478  
 — *septentrionalis*, Schädling von *Polygonum bistorta*. 485  
 —, — — *Polygonum viviparum*. 485  
 —, — — *Thalictrum alpinum*. 485  
 — *sesleriae*, Schädling von *Rhammus saxatilis*. 482  
 —, — — *Sesleria coerulescens*. 482  
 — *sessilis*, Aecidienwirt. 481  
 —, Schädling von *Phalaris arundinacea*. 481  
 — *seymouriana*, Aecidienwirt. 482  
 —, Schädling von *Spartina*-Arten. 482  
 — *silvatica*, Aecidienwirt. 479  
 —, Schädling von *Carex*-Arten. 479  
 — *simillima*, Schädling von *Anemone canadensis*. 483  
 —, — — *Phragmites communis*. 483  
 — *simplex*, Aecidiogenese. 395  
 —, Schädling von *Hordeum vulgare*. 481  
 —, — — *Ornithogalum umbellatum* u. *O. narbonense*. 481  
 — *sorgi*, Schädling von *Oxalis*-Arten. 481  
 —, — — *Zea mays*. 481  
 — *stipae*, Aecidienwirt. 482  
 —, — — *Koeleria cristata*. 482  
 —, — — *Stipa comata* und *S. spartea*. 481  
 — *sibiricae*, Schädling von *Sedum aizoon*. 482  
 —, — — *Stipa sibirica*. 482  
 — *stipina*, Aecidienwirt. 482  
 —, Schädling von *Stipa capillata*. 482  
 — *subalpina*, Schädling von *Aconitum septentrionale*. 484  
 —, — — *Agropyrum caninum*. 484  
 — *subnitens*, Aecidienwirt. 483  
 —, Schädling von *Distichlis spicata*. 483  
 — *tomipara*, Schädling von *Bromus ciliatus* und *B. purgans*. 484  
 —, — — *Clematis virginiana*. 484  
 — *traillii*, Schädling von *Phragmites communis*. 482  
*Puccinia traillii*, Schädling von *Rumex acetosa*. 482  
 — *uliginosa*, Schädling von *Carex goode-noughii*. 480  
 —, — — *Parnassia palustris*. 480  
 — *universalis*, Schädling von *Artemisia dracunculoides*. 479  
 —, — — *Carex stenophylla*. 479  
 — *vaginatae*, Schädling von *Saussurea alpina*. 479  
 —, — — *Carex vaginata*. 479  
 — *veratri*, Schädling von *Epilobium roseum* und *E. nervosum*. 484  
 —, — — *Veratrum album*. 484  
 — *vilfae*, Schädling von *Sporobolus longifolius*. 482  
 —, — — *Verbena urticifolia* und *V. stricta*. 482  
 — *vulpinae*, Schädling von *Achillea ptarmica*. 479  
 —, — — *Carex vulpina*. 479  
 —, — — *Tanacetum vulgare*. 479  
 — *windsoricae*, Schädling von *Ptelea trifoliata*. 484  
 —, — — *Tricuspis sesleroides*. 484  
 — *winteriana*, Schädling von *Allium*-Arten. 481  
 —, — — *Phalaris arundinacea*. 481  
*Pucciniastrum abietis-chamaenerii*, Schädling von *Abies*-Arten. 471  
 —, — —, — — *Epilobium angustifolium*. 471  
 — *arcticum*, Schädling von *Abies balsamea*. 471  
 —, — — *Rubus idaeus*. 471  
 — *areolatum*, Schädling von *Picea excelsa* und *P. obovata*. 471  
 —, — — *Prunus padus*, *P. serotina* und *P. virginiana*. 471  
 — *circaeae*, Schädling von *Abies pectinata*. 471  
 —, — — *Circaea lutetiana*. 471  
 — *goeppertianum*, Schädling von *Abies balsamea* und *A. pectinata*. 471  
 —, — — *Vaccinium vitis-idaea* und *V. pennsylvanicum*. 471  
 — *minimum*, Schädling von *Abies balsamea*. 471  
 —, — — *Rhodora canadensis*. 471  
 —, — — *Tsuga canadensis*. 471  
 — *sparsum*, Schädling von *Arctostaphylos alpina* und *A. uva ursi*. 471  
 —, — — *Picea excelsa*. 471  
 — *vacciniorum*, Schädling von *Gaylussacia resinosa*. 471  
 —, — — *Tsuga canadensis*. 471  
 —, — — *Vaccinium canadense*. 471  
*Puccinellia airoides*, Teleutowirt von *Puccinia cinerea*. 484  
*Pulicaria dysenterica*, Aecidienwirt von *Uromyces junci*. 477  
*Pulmonaria montana*, Aecidienwirt von *Puccinia bromina*. 484



- Pulsatilla*-Arten, Teleutowirte von *Coleosporium pulsatillae*. 473  
*Pyrilla*, *Pyriloxenos compactus* n. gen. et n. sp. natürlicher Feind. 326  
*Pyriloxenos compactus* n. gen. et n. sp., natürlicher Feind von *Pyrilla*. 326  
 Queckeneule, Schädling von Weizen und Roggen. 507  
*Quercus*-Arten, Teleutowirte von *Cronartium quercuum*. 475  
 Radioaktin, Düngungsversuche. 427  
 Radiumgehalt des Bodens. 426  
*Ranunculus abortivus*, Aecidienwirt von *Puccinia eatoniae*. 484  
 — *acer*, Aecidienwirt von *Puccinia perplexans*. 482  
 — Arten, Aecidienwirte von *Puccinia magnusiana*. 483  
 — — — *Uromyces dactylidis*. 477  
 — — — *Uromyces poae*. 477  
 — *auricomus*, Aecidienwirt von *Uromyces pratensis*. 477  
 — *bulbosus*, Aecidienwirt von *Uromyces ranunculi-festuae*. 477  
 — *geranifolius*, Aecidienwirt von *Uromyces phlei michelii*. 477  
 — — — *Uromyces poae alpinae*. 477  
 — *illyricus*, Aecidienwirt von *Uromyces ranunculi festuae*. 477  
 — *parnassifolius*, Aecidienwirt von *Uromyces ranunculi-distichophylli*. 477  
*Raphanus sativus*, Aecidienwirt von *Puccinia isiacae*. 483  
*Rapa*, Schädigung durch *Meligethes aeneus*. 323  
*Rapsglanzkäfer*, Schädling vom Kohl. 507  
*Rapsverborgenrübler*, Schädling vom Kohl. 507  
 Rauchsäden an Obstbäumen. 328  
 —, Krankheitsbild, Bedeutungslosigkeit d. Färbung. 179  
*Rhamnus*-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia coronata*. 480  
 — *cathartica*, Aecidienwirt von *Puccinia lolii*. 481  
 — *dahurica*, Aecidienwirt von *Puccinia himalensis*. 481  
 — *saxatilis*, Aecidienwirt von *Puccinia sesleriae*. 482  
 Rheinprovinz, Pflanzenschutzorganisation. 183  
*Rhizoctonia*, Auftreten, Bedeutung der Kalidüngung. 539  
 —, Schädling der Kartoffel. 507  
*Rhododendron*-Arten, Teleutowirte von *Chrysomyxa rhododendri*. 473  
 — *brachycarpum*, Teleutowirt von *Chrysomyxa expansa*. 473  
*Rhodora canadensis*, Teleutowirt von *Pucciniastrum minimum*. 471  
*Ribes*-Arten, Aecidienwirte von *Melampsora ribesii epitea*. 473  
*Ribes*-Arten, Aecidienwirte von *Melampsora ribesii - purpureae*. 473  
 — — — *Melampsora ribesii-viminalis*. 473  
 — — — Teleutowirte von *Cronartium ribicolum*. 474  
 — — —, Aecidienwirte von *Puccinia ribesii-caricis*. 480  
 — *leptanthum*, Teleutowirt von *Coleosporium ribicolum*. 474  
 — *longifolium*, Teleutowirt von *Coleosporium ribicolum*. 474  
 Ringelspinner, Schädling von Obstbäumen 507  
 Roggen, s. a. *Secale cereale*.  
 —, Schädigung durch *Cephus pygmaeus*. 323  
 — — — *Erysiphe graminis*. 506  
 — — — *Puccinia glumarum*. 506  
 — — — Queckeneule. 507  
 Rostpilze, reduzierte Arten. 490  
 —, Uredosporen, Abnahme der Infektionsfähigkeit. 248  
 —, Wirtswechsel, Entstehung. 485, 497  
 Rotbuche, Schädigung durch *Bombyx pudibunda*. 323  
 — — — *Cimbex saliceti*. 322  
*Rubus idaeus*, Teleutowirt von *Pucciniastrum arcticum*. 471  
 Rübe, Düngungsversuche mit Schwefel. 428  
 —, Schädigung durch *Uromyces betae*. 507  
 —, Wirkung von Radioaktin auf den Ertrag. 427  
*Rumex*-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia phragmitis*. 482  
 — *acetosa*, Aecidienwirt von *Puccinia trailii*. 482  
 — *obtusifolius*, Teleutowirt von *Uromyces rumicis*. 478  
*Saccharomyces cerevisiae*, Kultur in sterilisiertem Boden. 343  
 — *ellipsoideus*, Kultur in sterilisiertem Boden. 344  
*Salicornia europaea*, Aecidienwirt von *Uromyces peckianus*. 477  
*Salix alba*, Teleutowirt von *Melampsora allii-salicis albae*. 472  
 — *amygdaloides*, Teleutowirt von *Melampsora bigelowii*. 472  
 — Arten, Teleutowirte von *Melampsora evonymi-caprearum*. 473  
 — — — *Melampsora larici caprearum*. 472  
 — — — *Melampsora larici-epitea*. 472  
 — — — *Melampsora larici pentandrae*. 472  
 — *aurita*, Teleutowirte von *Melampsora repens*. 473  
 — — — *Melampsora ribesii-epitea*. 473  
 — *caprea*, Teleutowirt von *Melampsora abietis caprearum*. 471  
 — *cinerea*, Teleutowirt von *Melampsora ribesii-epitea*. 473

- Salix discolor*, Teleutowirt von *Melampsora*  
*arctica*. 471  
 — *fragilis*, Teleutowirt von *Melampsora*  
*galanthi-fragilis*. 472  
 — — — *Melampsora allii-fragilis*. 472  
 — *herbacea*, Teleutowirt von *Melampsora*  
*alpina*. 473  
 — *incana*, Teleutowirt von *Melampsora*  
*ovonymi-incanae*. 473  
 — *lapponum*, Teleutowirt von *Melampsora*  
*lapponum*. 473  
 — *pentandra*, Teleutowirt von *Melampsora*  
*allii-fragilis*. 472  
 — — — *Melampsora galanthi-fragilis*.  
 472  
 — *purpurea*, Teleutowirt von *Melampsora*  
*ribesii-purpureae*. 473  
 — *repens*, Teleutowirt von *Melampsora*  
*repentis*. 473  
 — *reticulata*, Teleutowirt von *Melampsora*  
*reticulatae*. 473  
 — *viminalis*, Teleutowirt von *Melampsora*  
*ribesii-viminalis*. 473  
*Salpeterstickstoff*, Ausnutzung. 425  
*Salsola tragus*, Aecidienwirt von *Puccinia*  
*subnitens*. 483  
*Salvia*-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia*  
*atipina*. 482  
*Sambucus canadensis*, Aecidienwirt von  
*Puccinia bolleyana*. 480  
*Saponaria ocymoides*, Teleutowirt von  
*Uromyces caryophyllinus*. 478  
*Sarcobatus vermiculatus*, Aecidienwirt von  
*Puccinia subnitens*. 483  
*Sauerstoff*, Wirkung auf die Sporenkeimung  
 von Bakterien. 176  
*Saussurea alpina*, Aecidienwirt von *Puc-*  
*cinia rupestris*. 479  
 — — — *Puccinia vaginatae*. 479  
*Saxifraga aizoides*, Aecidienwirt von *Me-*  
*lampsora reticulatae*. 473  
 — *oppositifolia*, Aecidienwirt von *Melam-*  
*psora alpina*. 473  
*Schizanthus*, Teleutowirt von *Coleosporium*  
*campanulae*. 473  
 — *grahami*, Teleutowirt von *Coleosporium*  
*euphrasiae*. 473  
 — — — *Coleosporium senecionis*. 474  
 — — — *Coleosporium tussilaginis*. 474  
*Schlehdorn*, Schädigung durch *Hypono-*  
*meuta*-Arten. 559  
*Schorf* der Kartoffel. 507  
*Schrotschußkrankheit* der Süßkirsche durch  
*Clasterosporium carpophilum*, Habitus-  
 bild. 179  
 — des Zwetschenbaumes. 507  
*Schwarzbeinigkeit* der Kartoffel. 507  
*Schwarzrost*, Entstehung des Becherrost-  
*stadiums*. 395  
 — Infektionsvermögen der Aecidiosporen  
 verschiedener Formen. 365  
 — — — Uredosporen verschiedener For-  
 men. 365  
 —. Spezialisierung in Indien. 380  
*Schwarzrost*, Spezialisierung in Nordame-  
*rika*. 374  
 — — — Rußland. 370  
 — — — Südafrika. 383  
 — — — Uruguay. 383  
 — —, Wirkung des Klimas. 408  
 —, Teleutosporen, Fehlen der Keimfähig-  
 keit in Indien. 409  
 —, Wirkung der Wirtspflanze auf den  
 Pilz. 400  
*Schwefel*, Düngungsversuche. 428  
*Schwefelkohlenstoff*, Behandlung des Bo-  
 dens. 429  
*Schwefelverbindungen*, Umwandlung im  
 Boden. 428  
*Scirpus americanus*, Teleutowirt von *Puc-*  
*cinia obtecta*. 478  
 — Arten, Teleutowirte von *Uromyces*  
*lineolatus*. 477  
 — *atrovirens*, Teleutowirt von *Puccinia*  
*angustata*. 478  
 — *cyperinus*, Teleutowirt von *Puccinia*  
*angustata*. 478  
 — *lacustris*, Teleutowirt von *Puccinia*  
*scirpi*. 478  
*Sclerotinia cinerea*, Schädling von Obst-  
 bäumen. 558  
 — *fructigena*, Schädling von Obstbäumen.  
 558  
 — *laxa*, Schädling von Obstbäumen. 558  
 — *trifoliorum*, Schädling vom Klee. 507  
*Scolia hirta*, massenhaftes Auftreten. 323  
*Secale*-Arten, Teleutowirte von *Puccinia*  
*dispersa*. 480  
 — *cereale*, s. a. Roggen.  
 — —, Wirtspflanze von *Puccinia graminis*  
*f. sp. secalis*. 349, 351, 353  
 — — — *Puccinia graminis f. sp. tri-*  
*tici*. 349  
 — *dalmaticum*, Wirtspflanze von *Puccinia*  
*graminis*. 352, 353  
*Sedum*-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia*  
*australia*. 483  
 — — — *Puccinia longissima*. 483  
 — *sizoon*, Aecidienwirt von *Puccinia sti-*  
*pae sibiricae*. 482  
*Senecio*-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia*  
*schoeleriana*. 479  
 — — — *Puccinia silvatica*. 479  
 — — — *Puccinia stipae*. 482  
 — —, Teleutowirte von *Coleosporium*  
*senecionis*. 474  
 — *aureus*, Aecidienwirt von *Puccinia erio-*  
*phori*. 478  
 — *paluster*, Aecidienwirt von *Puccinia*  
*eriphori*. 478  
 — *silvaticus*, Aecidienwirt von *Puccinia*  
*ligericae*. 479  
*Senf*, Wirkung von Radioaktin auf den  
 Ertrag. 427  
*Serratula tinctoria*, Aecidienwirt von *Puc-*  
*cinia schroeteriana*. 479  
*Seseli glaucum*, Aecidienwirt von *Uromyces*  
*graminis*. 477

- Sesia castanea*, *Macrocentrus aegeriae* natürlicher Feind. 326  
*Secleria coerules*, Teleutowirt von *Puccinia secleriae*. 482  
*Silene otites*, Teleutowirt von *Uromyces verruculosus*. 478  
*Silphium perfoliatum*, Aecidienwirt von *Uromyces silphii*. 477  
*Simulia maculata*, massenhaftes Auftreten. 324  
 — *reptans*, massenhaftes Auftreten. 324  
*Sinapis arvensis*, Düngungsversuche mit Schwefel. 428  
*Sisymbrium sophia*, Aecidienwirt von *Puccinia isiacae*. 483  
*Sium*-Arten, Aecidienwirte von *Uromyces lineolatus*. 477  
*Sisyrinchium gramineum*, Teleutowirt von *Uromyces houstoniatus*. 478  
*Sitona lineata*, Auftreten. 507  
*Smilax*-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia amphigena*. 482  
 — *hispida*, Aecidienwirt von *Puccinia macrospora*. 480  
*Solidago*-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia caricis solidaginis*. 479  
 — — — *Puccinia stipae*. 482  
 — — — *Uromyces perigynius*. 477  
 — — —, Teleutowirte von *Coleosporium solidaginis*. 474  
*Sonchus*-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia junci*. 478  
 — — —, Teleutowirte von *Coleosporium sonchi*. 474  
*Sophia incisa*, Aecidienwirt von *Puccinia subnitens*. 483  
*Sorbus alnifolia*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium myiabei*. 476  
 — *americana*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium betheli*. 476  
 — — —, — — *Gymnosporangium globosum*. 475  
 — — —, — — *Gymnosporangium juniperinum*. 475  
 — *aria*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium myiabei*. 476  
 — — —, — — *Gymnosporangium tremelloides*. 475  
 — *acuparia*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium juniperinum*. 475  
 — — —, Teleutowirt von *Ochropsora sorbi*. 475  
 — *chamaemespilus*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium tremelloides*. 475  
 — *hybrida*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium juniperinum*. 475  
 — — —, — — *Gymnosporangium tremelloides*. 475  
 — *latifolia*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium juniperinum*. 475  
 — — —, — — *Gymnosporangium tremelloides*. 475  
 — *scopulina*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium juniperinum*. 475  
*Sorbus spuria*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium aurantiacum*. 476  
 — *torminalis*, Aecidienwirt von *Gymnosporangium confusum*. 475  
 — — —, — — *Gymnosporangium juniperinum*. 475  
 Spargel, Schädigung durch Spargelfliege. 507  
 — — — Spargelhähnchen. 507  
*Spartina*-Arten, Teleutowirte von *Puccinia peridermiospora*. 482  
 — — —, — — *Puccinia seymouriana*. 482  
 — — —, — — *Uromyces spartinae*. 478  
 — *michauxiana*, Teleutowirt von *Puccinia kelseyi*. 482  
 — — —, — — *Uromyces acuminatus*. 477  
 Sperling, Schädlichkeit. 324  
*Sphaeralcea*-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia muhlenbergiae*. 482  
*Sphaerotheca mors uvae*, Schädling vom Stachelbeerstrauch. 508  
*Sphaerotilus*, Wachstumsbedingungen. 62  
 —, Stickstoffquellen. 72  
 — *natans*, Unterschied von *Zoogloea ramigera*. 59  
*Spondylocadium atrovirens*, Schädling von Kartoffeln. 507  
*Spongopora scabies*, Schädling von Kartoffeln. 520  
 Stachelbeerstrauch, a. a. *Ribes grossularia*.  
 —, Schädigung durch *Bryobia ribis*. 508  
 — — — *Nematus ribesiae*. 508  
 — — — *Sphaerotheca mors uvae*. 508  
 Stärkeökonomie der Pflanzen. 426  
*Spinacia oleracea*, Aecidienwirt von *Puccinia isiacae*. 483  
*Sporobolus asperifolius*, Teleutowirt von *Puccinia muhlenbergiae*. 482  
 — *longifolius*, Teleutowirt von *Puccinia vilfae*. 482  
 Stallmist, Bodendüngung, Vergleich mit Kunstdünger. 424  
*Stanleya pinnata*, Aecidienwirt von *Puccinia subnitens*. 483  
 Steinnüsse, Schädigung durch *Caryoborus*. 325  
 Steinpilze, getrocknete, massenhaftes Auftreten von *Tinea granella*. 324  
*Steironema ciliatum*, Aecidienwirt von *Puccinia kelseyi*. 482  
 — — —, — — *Uromyces spartinae*. 478  
 — *lanceolatum*, Aecidienwirt von *Uromyces spartinae*. 478  
*Stellaria graminea*, Teleutowirt von *Melampsorella caryophyllacearum*. 471  
 — *holostea*, Teleutowirt von *Melampsorella caryophyllacearum*. 471  
 — *media*, Aecidienwirt von *Puccinia isiacae*. 483  
 — — —, Teleutowirt von *Melampsorella caryophyllacearum*. 471  
 — *nemorum*, Teleutowirt von *Melampsorella caryophyllacearum*. 471  
 — *uliginosa*, Teleutowirt von *Melampsorella caryophyllacearum*. 471

- Stenocranophilus quadratus* n. gen. et n. sp., natürlicher Feind von *Stenocranus saccharivorus*. 326  
*Stenocranus saccharivorus*, *Stenocranophilus quadratus*, natürlicher Feind. 326  
*Stenomalus laetus*, natürlicher Feind der Weizenhalmfliege. 287  
Sterilisation, fraktionierte, Widerstandsfähigkeit von Bakterien. 140  
*Sternochetus mangiferae*, Einschleppung nach Deutschland. 325  
Stickstoff, Bindung durch *Leptomitus*, Versuche. 69  
Stipa-Arten, Teleutowirte von *Puccinia stipae*. 482  
— *capillata*, Teleutowirt von *Puccinia stipina*. 482  
— *sibirica*, Teleutowirt von *Puccinia stipae sibiricae*. 482  
*Streptococcus acidilactici*, Fadenziehen von Milch. 461  
— *pyogenes*, Impfung von Fleischkonserven, Bombageversuch. 43  
— *erisypelatus*, Impfung von Fleischkonserven, Bombageversuch. 43  
*Strobilanthes dalhousianus*, Aecidienwirt von *Puccinia polliniae*. 481  
*Struthiopteris germanica*, Teleutowirt von *Uredinopsis struthiopteridis*. 471  
Süßkirsche, Schrotschußkrankheit durch *Clasterosporium carpophilum*, Habitusbild. 179  
*Sympherta mnemonicae* n. sp., natürlicher Feind von *Mnemonica auricyanea*. 327  
*Symphoricarpus racemosus*, Aecidienwirt von *Puccinia crandallii*. 483  
*Symphytum officinale*, Aecidienwirt von *Puccinia bromina*. 484  
—, Teleutowirt von *Melampsorella symphyti*. 471  
*Syrphus pinastri*, natürliche Feinde. 325  
  
Tabakpflanze, Schädigung durch *Bacillus solanacearum*. 322  
—, — — *Phytophthora nicotianae*. 321  
*Tachina rustica*, natürliche Feinde. 325  
Tachinen, natürliche Feinde von *Hamelis virginiana*. 327  
*Tanacetum vulgare*, Aecidienwirt von *Puccinia vulpinae*. 479  
*Taraxacum*-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia silvatica*. 479  
*Tarsonemus spirifex*, Schädling vom Hafer. 507  
Tausendfüßer, Schädlinge von Getreide. 507  
*Thalictrum alpinum*, Aecidienwirt von *Puccinia borealis*. 482  
— *dioicum*, Aecidienwirt von *Puccinia petasiti-pulchellae*. 484  
*Thlaspi arvense*, Aecidienwirt von *Puccinia isiacae*. 483  
— *ceratocarpum*, Aecidienwirt von *Puccinia isiacae*. 483  
  
Teestrauch, Schädigung durch *Cephaleuros virescens*. 322  
—, — — *Corticium javanicum*. 321  
—, — — *Laestadia theae*. 322  
—, — — *Pestalozzia palmarum*. 322  
*Tephrosia vogelii*, Verwendung als Gründünger. 427  
—, —, Schädigung durch Heterodera. 427  
Termiten, Biologie und Bekämpfung. 327  
*Thalictrum alpinum*, Aecidienwirt von *Puccinia obliterata*. 484  
—, —, — — *Puccinia septentrionalis*. 485  
—, —, — — *Puccinia persistens*. 484  
— *minus*, Aecidienwirt von *Puccinia elymi*. 484  
*Thielaviopsis ethacetica*, Schädling vom Zuckerrohr. 322  
*Thrips cerealium*, massenhaftes Auftreten. 324  
Thymus-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia stipina*. 482  
*Tilletia tritici*, Schädling vom Weizen. 506  
*Tinea granella*, massenhaftes Auftreten an getrockneten Steinpilzen. 324  
— *pellionella*, Drüsensekrete. 326  
*Tipula*, Schädling von Getreide. 507  
— *oleracea*, natürliche Feinde. 325  
*Tomaspis varia*, *Paraphilinus tomaspidis* n. sp., natürlicher Feind. 326  
*Tomoxia lineella*, *Allodorus tomoxiae* n. sp., natürlicher Feind. 326  
—, —, Schädling von *Liriodendron*. 326  
*Tortrix resinana*, Schädling der Kiefer. 323  
*Torula*, Kultur in sterilisiertem Boden. 345  
— *coriicolor*, Lebensdauer in Zuckerlösung. 37  
— *gelatinosa*, Lebensdauer in Zuckerlösung. 37  
Torulaceen, Zugehörigkeit von *Apiculatus*. 36  
Traubenkirsche, Schädigung durch *Hypomyces nemea*-Arten. 559  
*Tricuspis seslerioides*, Teleutowirt von *Puccinia windsoriae*. 484  
*Trollius europaeus*, Aecidienwirt von *Puccinia dietrichiana*. 484  
*Tussilago farfara*, Infektion durch *Puccinia petasiti-pulchellae*. 83  
Traubenkirsche, Düngungsversuche mit Abwasser. 426  
*Trientalis europaea*, Aecidienwirt von *Puccinia karelica*. 480  
*Trifolium agrarium*, Teleutowirt von *Uromyces striatus*. 478  
— *arvense*, Teleutowirt von *Uromyces striatus*. 478  
*Trisetum alpestre*, neue Wirtspflanze von *Puccinia graminis*. 350, 353  
— *distichophyllum*, Teleutowirt von *Uromyces ranunculi-distichophylli*. 477  
—, —, Wirtspflanze von *Puccinia graminis* f. sp. *avenae*. 349, 353  
*Triticum caninum*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis* f. sp. *secalis*. 349, 353

- Triticum desertorum*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis* f. sp. *secalis*. 349, 353  
 — *orientale*, neue Wirtspflanze von *Puccinia graminis*. 350, 353  
 — *repens*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis* f. sp. *secalis*. 349, 351, 353  
 — *rigidum*, neue Wirtspflanze von *Puccinia graminis*. 350, 353  
 — *unicum*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis*. 352, 353  
 — *ventricosum*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis*. 352, 353  
 — *vulgare*, s. a. Weizen.  
 — —, Wirtspflanze von *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. 349, 351, 353  
*Tropaeolum*-Arten, Teleutowirt von *Cronartium asclepiadeum*. 474  
 — *majus*, Aecidienwirt von *Puccinia isiacae*. 483  
 — *minus*, Teleutowirt von *Coleosporium campanulae*. 473  
 — —, — *Coleosporium senecionis*. 474  
 — —, — *Coleosporium tussilaginis*. 474  
*Tsuga canadensis*, Aecidienwirt von *Metamora medusae*. 472  
 — —, — *Pucciniastrum minimum*. 471  
 — —, — *Pucciniastrum vacciniorum*. 471  
*Tunica prolifera*, Teleutowirt von *Uromyces caryophyllinus*. 478  
*Tussilago farfara*, Aecidienwirt von *Puccinia poarum*. 483  
 — —, Teleutowirt von *Coleosporium tussilaginis*. 474  
*Tychius*, Vorkommen in *Verbascum*-Gallen. 324  
*Tylenchus devastatrix*, Schädling vom Klee. 507  
*Umbelliferen*, Schädigung durch *Alantus marginellus*. 323  
 Unkraut, Bekämpfung. 182  
*Uranogrün*, Bekämpfungsmittel gegen Apfelwickler. 510  
 — —, — Kohlweißling. 510  
*Uredinopsis atkinsonii*, Schädling von *Abies balsamea*. 471  
 — —, — *Aspidium thelypteris*. 471  
 — *mirabilis*, Schädling von *Abies balsamea*. 471  
 — —, — *Onoclea sensibilis*. 471  
 — *osmundae*, Schädling von *Abies balsamea*. 471  
 — —, — *Osmunda claytoniana*. 471  
 — *struthiopteridis*, Schädling von *Abies pectinata* und *A. balsamea*. 471  
 — —, — *Struthiopteris germanica*. 471  
*Uromyces acuminatus*, Schädling von *Colomia linearis*. 477  
 — —, — *Polemonium reptans*. 477  
 — —, — *Spartina michauxiana*. 477  
 — *andropogonis*, Schädling von *Andropogon virginicus*. 478  
*Uromyces andropogonis*, Schädling von *Viola cucullata* und *V. primulifolia*. 478  
 — *astragali*, Schädling von *Astragalus*-Arten. 478  
 — —, — *Euphorbia cyparissias* und *E. virgata*. 478  
 — *betae*, Schädling der Rübe. 507  
 — *caraganae*, Schädling von *Caragana arborescens* und *C. frutescens*. 478  
 — —, — *Euphorbia gerardiana* und *E. virgata*. 478  
 — *caricis sempervirentis*, Schädling von *Carex sempervirens*. 477  
 — —, — *Phyteuma orbiculare*. 477  
 — *dactylidis*, Schädling von *Dactylis glomerata*. 477  
 — *caryophyllinus*, Schädling von *Dianthus*-Arten. 478  
 — —, — *Euphorbia gerardiana*. 478  
 — —, — *Saponaria ocymoides*. 478  
 — —, — *Punica prolifera*. 478  
 — *cristatus*, Schädling von *Euphorbia cyparissias*. 478  
 — —, — *Viscaria viscosa*. 478  
 — *dactylidis*, Schädling von *Ranunculus*-Arten. 477  
 — *graminis*, Schädling von *Laserpitium siler*. 477  
 — *euphorbiae-corniculati*, Schädling von *Euphorbia cyparissias*. 478  
 — *verruculosus*, Schädling von *Euphorbia gerardiana*. 478  
 — *euphorbiae-corniculati*, Schädling von *Lotus corniculatus*. 478  
 — *houstoniatus*, Schädling von *Houstonia coerulea*. 478  
 — *graminis*, Schädling von *Melica ciliata*. 477  
 — —, — *Seseli glaucum*. 477  
 — *hordei*, Schädling von *Hordeum pusillum*. 477  
 — —, — *Nothoscordium bivalve*. 477  
 — *houstoniatus*, Schädling von *Sisyrinchium gramineum*. 478  
 — *junci*, Schädling von *Ambrosia psilostachya*. 477  
 — —, — *Cardus flodmanni*. 477  
 — —, — *Juncus balticus* und *J. obtusiflorus*. 477  
 — —, — *Pulicaria dysenterica*. 477  
 — *lincolatus*, Schädling von *Berula angustifolia*. 477  
 — —, — *Cicuta maculata*. 477  
 — —, — *Daucus carota*. 477  
 — —, — *Glaux maritima*. 477  
 — —, — *Hippuris vulgaris*. 477  
 — —, — *Oenanthe*-Arten. 477  
 — —, — *Pastinaca sativa*. 477  
 — —, — *Scirpus*-Arten. 477  
 — —, — *Sium*-Arten. 477  
 — *peckianus*, Schädling von *Atriplex hastata*. 477  
 — —, — *Chenopodium album*. 477  
 — —, — *Distichlis spicata*. 477

- Uromyces peckianus*, Schädling von *Salicornia europaea*. 477  
 — *perigynius*, Schädling von *Aster*-Arten. 477  
 — —, — — *Carex*-Arten. 477  
 — —, — — *Solidago*-Arten. 477  
 — *phlei michelii*, Schädling von *Phleum michelii*. 477  
 — — —, — *Ranunculus geraniifolius*. 477  
 — *pisi*, Schädling von *Euphorbia cyparissias* und *E. esula*. 478  
 — —, — — *Lathyrus pratensis*. 478  
 — —, — — *Pisum arvense* und *P. sativum*. 478  
 — —, — — *Vicia cracca*. 478  
 — *poae*, Schädling von *Ficaria verna*. 477  
 — —, — — *Poa*-Arten. 477  
 — —, — — *Ranunculus*-Arten. 477  
 — — *alpinae*, Schädling von *Poa alpina*. 477  
 — — —, — — *Ranunculus geraniifolius*. 477  
 — *pratensis*, Schädling von *Poa pratensis*. 477  
 — —, — — *Ranunculus auricomus*. 477  
 — *ranunculi-distichophylli*, Schädling von *Ranunculus parnassifolius*. 477  
 — — —, — — *Trisetum distichophyllum*. 477  
 — — *festucae*, Schädling von *Festuca ovina*. 477  
 — — —, — — *Ranunculus bulbosus* u. *R. illyricus*. 477  
 — *rumicis*, Schädling von *Ficaria verna*. 478  
 — —, — — *Rumex obtusifolius*. 478  
 — *seditiosus*, Schädling von *Aristida*-Arten. 477  
 — —, — — *Plantago*-Arten. 477  
 — *silphii*, Schädling von *Juncus tenuis*. 477  
 — —, — — *Silphium perfoliatum*. 477  
 — *spartinae*, Schädling von *Spartina*-Arten. 478  
 — —, — — *Steironema ciliatum* und *S. lanceolatum*. 478  
 — *striatus*, Schädling von *Euphorbia*-Arten. 478  
 — —, — — *Trifolium arvense* und *T. agrarium*. 478  
 — —, — — *Medicago*-Arten. 478  
 — *veratri*, Schädling von *Adenostyles alpina*. 478  
 — —, — — *Homogyne alpina*. 478  
 — —, — — *Veratrum album*. 478  
 — *verruculosus*, Schädling von *Euphorbia gerardiana*. 478  
 — —, — — *Silene otites*. 478  
*Urtica*-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia caricis*. 480  
*Ustilagineen*, cytologische Untersuchung. 337  
*Ustilago hordei*, Schädling von Gerste. 507  
*Ustilago jensenii*, Schädling von Gerste. 507  
*Vaccinium canadense*, Teleutowirt von *Pucciniastrum vacciniorum*. 471  
 — *pennsylvanicum*, Teleutowirt von *Pucciniastrum goeppertianum*. 471  
 — *vitis-idaea*, Teleutowirt von *Pucciniastrum goeppertianum*. 471  
*Valerianella olitoria*, Aecidienwirt von *Puccinia isiacae*. 483  
*Veratrum album*, Teleutowirt von *Puccinia veratri*. 484  
 — —, — — *Uromyces veratri*. 478  
*Verbascum*, Gallenbildung, Vorkommen von *Tychius*. 324  
 —, — durch *Asphondylia verbasci*. 324  
*Verbena*-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia vilfae*. 482  
*Viola*-Arten, Aecidienwirte von *Puccinia ellisiana*. 481  
*Verbena*-Arten, Teleutowirte von *Cronartium asclepiadeum*. 474  
*Vernonia*-Arten, Teleutowirte von *Coleosporium vernoniae*. 474  
*Vespa germanica*, massenhaftes Auftreten. 323  
 — *rufa*, massenhaftes Auftreten. 323  
 — *vulgaris*, massenhaftes Auftreten. 323  
*Vicia cracca*, Teleutowirt von *Uromyces pisi*. 478  
 — *sativa*, Düngungsversuche mit Schwefel. 428  
*Vigna repens*, Schädigung durch *Agromyza inaequalis*. 326  
*Vincetoxicum officinale*, Teleutowirt von *Cronartium asclepiadeum*. 474  
*Viola cucullata*, Aecidienwirt von *Uromyces andropogonis*. 478  
 — *epipsila*, Aecidienwirt von *Melampsora lapponum*. 473  
 — *primulifolia*, Aecidienwirt von *Uromyces andropogonis*. 478  
*Viscaria viscosa*, Teleutowirt von *Uromyces cristatus*. 478  
*Vulpia bromoides*, Wirtspflanze von *Puccinia graminis* f. sp. *avenae*. 349, 353  
*Wahlenbergia*, Teleutowirt von *Coleosporium campanulae*. 473  
 Wasser, Untersuchung mit Gärprobe bei verschiedenen Temperaturen. 296  
 Weide, Schädigung durch *Cimbex saliceti*. 322  
 —, — — *Collybia velutipes*. 510  
 Wein, Mannitbakterien, Untersuchung. 1  
 Weinstock, Schädigung durch *Eriophyes vitis*. 508  
 —, — — Heuwurm. 508  
 —, — — *Plasmopara viticola*. 508  
 Weißdorn, Schädigung durch *Hyponomeuta*-Arten. 559  
 Weizen, s. a. *Triticum vulgare*.  
 —, Schädigung durch *Erysiphe graminis*. 506  
 —, — — Getreidehähnchen. 507  
 —, — — *Puccinia glumarum*. 506

Weizen, Schädigung durch Queckeneule.	507	Zoogloea ramigera, Stickstoffquellen.	51
—, — — Tilletia tritici.	506	—, —, systematische Stellung.	60
Weizenhalmfliege, Coelinius niger natürlicher Feind.	287	—, —, Unterschied von Cladothrix dichotoma.	59
—, Dacnusa areolaris natürlicher Feind.	287	—, —, — Sphaerotilus natans.	59
—, — tristis natürlicher Feind.	287	Zucker, Zersetzung verschiedener Arten durch Bacterium gayoni.	7, 9
—, Stenomalus laetus natürlicher Feind.	287	—, — — — — — intermedium.	3
Welkekrankheit der Bohne durch Fusarium	507	—, — — — — — mannitopoeum.	3, 7, 9
Wurst, Schleimbildung durch Bakterien.	459	Zuckerlösung, Lebensdauer von Hefen.	37, 40
Wurzelbrand der Zuckerrübe.	507	Zuckerrohr, Schädigung durch Colletotrichum falcatum.	322
Xanthium canadense, Aecidienwirt von Puccinia canaliculata.	478	—, — — Thielaviopsis ethacetica.	322
Xylose, Zersetzung durch Bacterium gayoni	11	—, Schädlinge, natürliche Feinde.	326
—, — — — — — intermedium.	11	Zuckerrübe, Düngungsversuche mit Mangansalzen.	427
—, — — — — — mannitopoeum.	11	—, Schädigung durch Aaskäfer.	507
Zea mays, Teleutowirt von Puccinia sorghi.	481	—, — — Anthomyia conformis.	507
Zitronensäure, Zersetzung durch Bacterium mannitopoeum.	5, 14	—, — — Aphis papaveris.	507
Zoogloea ramigera, Bedeutung für Abwasserreinigung.	57	—, — — Cercospora beticola.	507
—, —, Kohlenstoffquellen.	52	—, — — Mäuse.	507
—, —, Begeißelung.	47	—, — — Nematoden.	507
—, —, Reinkultur.	44	—, Wurzelbrand.	507
		Zwergmistel s. Arceuthobium oxycedri.	
		Zwetschenbaum, Narrentaschenkrankheit.	507
		—, Schädigung durch Blattläuse.	507
		—, — — Eriophyes padi.	508
		—, — — Lecanium.	507
		—, — — Polystigma rubrum.	507
		—, Schrotschußkrankheit.	507

### III. Verzeichnis der Abbildungen.

Agarnährböden, Eignung für Bakterienkulturen (Kurven).	444	Pseudosaccharomyces apiculatus, Kultur. (Taf. I, Fig. 5.)	349
Bacterium mannitopoeum, Reinkulturen (Taf. I, Fig. 1, 2, 9).	35	Puccinia centaureae f. sp. nigrae, Sporen.	283
Centaurea-Puccinien, Sporengröße (Kurven).	285	— — — — — transalpinae, Sporen.	284
Coelinius niger.	288	— — — — — vallesiaca, Sporen.	280, 281
Crepis-Puccinien, Sporengrößen (Kurven).	263	— — — — — crepidis-blattarioidis, Sporen.	255
Didymella lettauriana, Perithecium und Lagerhügel.	291—293	— — — — — f. sp. alpestris, Sporen.	256
Ferribacterium calceum, Kulturen.	198—201, 204, 206, 207	— — — — — setosae, Sporen.	257
Früchte geimpft mit Penicilliumarten.	115	— — — — — grandiflorae, Sporen.	254
Gelatine-Nährböden, Eignung für Bakterienkulturen. (Kurven.)	443	— — — — — f. sp. foetidae, Sporen.	260
Käse, gasbildendes Bakterium, Kultur.	131	— — — — — cruchaeti, Sporen.	259
Monilia candida, Kultur. (Taf. I, Fig. 10.)	349	— — — — — petasiti-pulchellae, Teleutolager.	84
Oidium lactis, Kultur. (Taf. I, Fig. 7.)	349	— — — — — Teleutosporen.	85
Penicillium-Arten, Kulturen.	116	Saccharomyces cerevisiae, Kulturen. (Taf. I, Fig. 1—3.)	348
		Bakterien, Zellkerne.	337—339
		Saccharomyces ellipsoideus, Kulturen. (Taf. I, Fig. 4, 6.)	349
		Streptococcus acidilactici, Kulturen.	464, 465
		Torula, Kultur. (Taf. I, Fig. 8, 9.)	349
		Wurst, schleimige.	460

### IV. Neue Literatur.

89. 185. 328.

---

**Fürstl. priv. Hofbuchdruckerei (F. Mitzlaff) Rudolstadt**

---





THIS BOOK IS DUE ON THE LAST DATE  
STAMPED BELOW

**AN INITIAL FINE OF 25 CENTS**

WILL BE ASSESSED FOR FAILURE TO RETURN  
THIS BOOK ON THE DATE DUE. THE PENALTY  
WILL INCREASE TO 50 CENTS ON THE FOURTH  
DAY AND TO \$1.00 ON THE SEVENTH DAY  
OVERDUE.

UCD LIBRARY

DUE DEC 17 1979

DEC 14 1979 REC'D

Book Slip-10m-8,'51(6813s4)458

81933		QR1
Zen. f. bakt.		Z4
		Abt.2
		v.48



QR1  
Z4  
Abt.2  
v.48

81933

